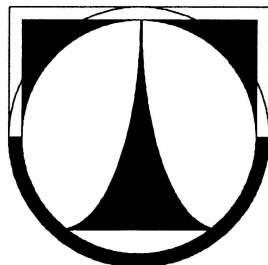


TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA STROJNÍ
Katedra vozidel a motorů



**NÁVRH ZMĚN V DATOVÝCH POLÍCH ŘÍDÍCÍ JEDNOTKY PRO
OPTIMÁLNÍ VÝKONOVÉ A EMISNÍ PARAMETRY MOTORU**

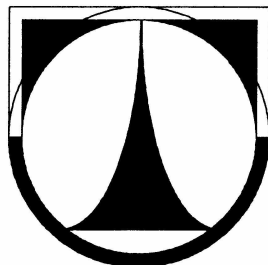
**PROPOSAL OF ADJUSTMENTS IN THE DATA ENTRIES OF
CONTROL UNIT FOR OPTIMAL OUTPUT AND EMISSIVE
PARAMETERS OF THE ENGINE**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Josef Ptáček

Květen 2007

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA STROJNÍ
Katedra vozidel a motorů



Obor 2302T010
Konstrukce strojů a zařízení
Zaměření
Pístové spalovací motory

**NÁVRH ZMĚN V DATOVÝCH POLÍCH ŘÍDÍCÍ JEDNOTKY
PRO OPTIMÁLNÍ VÝKONOVÉ A EMISNÍ PARAMETRY
MOTORU**

**PROPOSAL OF ADJUSTMENTS IN THE DATA ENTRIES OF
CONTROL UNIT FOR OPTIMAL OUTPUT AND EMISSIVE
PARAMETERS OF THE ENGINE**

Diplomová práce

KSD – DP – 506

Josef Ptáček

Vedoucí diplomové práce: Ing. Josef Blažek
Konzultant diplomové práce: Ing. Zbyněk Sedlář

Počet stran : 80
Počet obrázků: 54
Počet příloh : 5

Zpracovatel: TU v Liberci, Fakulta strojní, Katedra vozidel a motorů
Dokončeno : 2007
Archivní označení zprávy:

Květen 2007

Návrh změn v datových polích řídicí jednotky pro optimální výkonové a emisní parametry motoru

Resumé

Diplomová práce se zabývá popisem změn v datových polích řídicí jednotky, s cílem zvýšení výkonových parametrů motoru s ohledem na emise výfukových plynů.

První část práce je věnována popisu elektronického systému řízení motoru, zapojení snímačů, čidel a akčních členů, jejich komunikaci s řídicí jednotkou motoru a nastavení v případě poruchy. Dále popisuje druhy používaných datových pamětí a základní způsoby změn v datových polích. Popsány jsou vlivy úprav na vnější projevy motoru, tj. emise výfukových plynů, spotřeba paliva, životnost a spolehlivost motoru. V neposlední řadě se zabývá metodou využití elektrických mezičlánků (PowerBox, apod.).

V praktické části se diplomová práce věnuje rozboru jednotlivě provedených úprav a měřením výkonových parametrů každé změny na válcovém dynamometru, včetně porovnání výsledků se sériovou verzí. Práce se také zabývá problematikou kouřivosti vznětových motorů, měřenou podle legislativně dané metody volné akcelerace. Dále porovnává výsledky naměřené touto metodou s kontinuálním měřením kouřivosti motoru při zátěži.

V závěru práce jsou vyhodnoceny výsledky praktické části. Popsány jsou výhody a nevýhody provedených úprav a jejich vliv na emise výfukových plynů motoru. Práce je zakončena zhodnocením praktické využitelnosti softwarových úprav motorů.

Klíčová slova

akční členy

diagnostika

elektronické řízení motoru

emise výfukových plynů

chiptuning

kouřivost motoru

kroutící moment

opacimetr

otáčková charakteristika

řídicí jednotka

snímače

úprava datových polí

válcový dynamometr

volná akcelerace

výkon

zátížení

Proposal of Adjustments in the Data Entries of Control Unit for Optimal Power and Emissive Parameters of the Engine

Annotation

Diploma work deals with the description of adjustments in data entries of control unit with the goal of increasing the power parameters of the engine, considering also the exhaust-gas emissions.

First part of this work is devoted to the description of engine electronic control system, integration of sensors and activators, its communication with engine control unit and setting up in case of damage. Diploma work further describes kinds of used data memories and basic methods of changes in data entries. The influence of these changes on external engine performance such as exhaust-gas emissions, fuel consumption, service life and safety of engine, is also described. The method of using the electrical interlinks (PowerBox, etc.) is also a part of this work.

The practical part is devoted to the analysis of separately-made adjustments and to the measuring of power parameters of each single adjustment, performed on cylindrical dynamometer, including the comparison of results with the serial version. Work also deals with the exhausting problem of diesel engines, measured in accordance with legal reserved method of open acceleration. Hereby given results are compared with the continual measurement of exhaust-gas emissions of engine during the loading.

The conclusion of this work consists of evaluation of results given in practical part. Advantages and disadvantages of made adjustments and its influence on exhaust-gas emissions are provided. Thesis is closed by evaluation of practical using of software adjustments made on engines.

Key words

activators	rpm characteristics
diagnostics	control unit
electronical engine control	sensors
exhaust-gas emissions	data entries adjustments
chiptuning	cylindrical dynamometer
engine exhausting	open acceleration
torque	power
opacimeter	loading

Prohlášení k využívání výsledků diplomové práce

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci dne

.....
podpis

Poděkování

Děkuji všem, kteří mi umožnili zpracování této diplomové práce, zejména Ing. Zbyňku Sedlářovi za plnou podporu a pomoc při řešení úkolů, Ing. Milanu Cikrytovi a kolektivu SOU Zábřeh na Moravě za možnost provést měření v jejich laboratoři, Karlu Sobkovi za poskytnutí softwaru a za jeho spolupráci při vytváření datových úprav, Vladimíru Vaskovi za poskytnutí emisní stanice pro měření kouřivosti a v neposlední řadě Ing. Josefu Blažkovi, za podnětné rady, připomínky a pečlivé vedení mé práce.

Seznam symbolů a jednotek

A	ampér
AD	analogově digitální
AGR	mechanický ventil recirkulace výfukových plynů
AGR	kód motoru
AHF	kód motoru
aj.	a jiné
apod.	a podobně
atd.	a tak dále
bar	jednotka tlaku
Bn	stupeň zčernání
cm	centimetr
CO	oxid uhelnatý
CO ₂	oxid uhličitý
č.	číslo
DF	svorka alternátoru
EEPROM	electronically erasable programmable read only memory
EGR	elektromagnetický ventil recirkulace výfukových plynů
EOBD	european on bord diagnostic
EPROM	erasable programmable read only memory
FLASH	paměť typu RAM, elektronicky programovatelná, organizovaná do bloků
GB	giga byte
h	hodina
H ₂ O	voda
HC	uhlovodíky
HDD	hard disk
HSU	hatrige smoke unit
k	součinitel absorpce
k	kůň
kB	kilo byte
Kč	korun českých
kHz	kilo hertz
km	kilo metr
kPa	kilo pascal
kW	kilo watt
L	účinná dráha
ln	logaritmus
m	metr
mA	mili ampér
max.	maximální
MB	mega byte
mg	mili gram
min	minuta
min.	minimální
mm	mili metr
mV	mili volt
mΩ	mili ohm
N	lineární stupeň absorpce
N ₂	dusík

např.	například
Nm	newton metr
NO _x	oxidy dusíku
O ₂	kyslík
OBD	on board diagnostics
obr.	obrázek
PC	personal computer
PID	proporcionálně integračně derivační
PROM	electronically programmable read only memory
RAM	read access memory
ROM	read only memory
ŘJ	řídící jednotka
SO ₂	oxid siřičitý
SZ	Schwarzschild
tab.	tabulka
TDI	turbo diesel
tj.	to jest
tzn.	to znamená
tzv.	tak zvaný
V	volt
z	zdvih
μm	mikrometr
Ω	ohm
°C	Celsiův stupeň
2D	dvou rozměrný
3D	tří rozměrný

Obsah

Úvod	10
Základní charakteristika elektronicky řízeného motoru AHF 1.9 TDI 81 kW	11
Elektronický systém řízení	12
Popis snímačů, spínačů a čidel	12
Popis akčních členů	17
Řízení vstřikovaného množství paliva	20
Řízení počátku vstřiku a předvstřiku	21
Datová pole v řídicích jednotkách motorů a jejich úpravy	22
Spotřeba paliva	23
Emise výfukových plynů	23
Životnost a spolehlivost motoru	23
Alternativa změny datových polí - PowerBox	24
Popis válcového dynamometru a způsoby měření	26
Měření vnější otáčkové charakteristiky se sériovým nastavením řídicí jednotky	28
Výsledky měření č. 1	31
Výsledky měření č. 2	32
Software ECM 2001	35
Příprava řídicí jednotky a měření provedených úprav	40
Změna nastavení omezovače kroutícího momentu motoru úprava č- 5	41
Naměřené hodnoty po úpravě omezovače kroutícího momentu	43
Změna průběhu tlaku turbodmychadla úprava č. 4	46
Naměřené hodnoty po úpravě tlaku turbodmychadla	48
Změna rychlosti reakce při sešlápnutí akcelérátoru úprava č. 3	49
Naměřené hodnoty po úpravě č.3	51
Maximální dávka paliva úprava č. 2	53
Naměřené hodnoty po úpravě č.2	56
Vstřikování paliva při částečném zatížení úprava č. 1	58
Naměřené hodnoty po úpravě č.1	60
Celková úprava úprava č. cel	62
Naměřené hodnoty po celkové úpravě	63
Měření kouřivosti vznětových motorů	66
Filtrační metoda	66
Hmotnostní měření koncentrace částic	67
Opacimetrie	67
Měření kouřivosti na testované Škodě Octavii	69
Měření kouřivosti při zátěži se sériovými daty	70
Měření kouřivosti při zátěži s pamětí úpravy č. 1	71
Měření kouřivosti při zátěži s pamětí celkové úpravy	71
Ověření metody měření kouřivosti volnou akcelerací	73
Měření č. 1	73
Měření č. 2	74
Měření č. 3	74
Závěr	76
Seznam použité literatury	79
Seznam příloh	80

Úvod

Člověk ze své podstaty je tvor stále nespokojený a soutěživý. Automobil, který je dnes běžnou součástí života, se stává pro stále více lidí partnerem a osobním královstvím na celé hodiny každý den, kdy jej užívají ke své práci i zábavě. Snad všichni někdy zatoužili, aby jejich čtyřkolový přítel jel někdy rychleji nebo měl k dispozici více síly při předjíždějícím manévru. Jednou z možností jak takové přání vyplnit bez velkých investic jsou softwarové úpravy elektronicky řízených motorů – chiptuning.

V dnešní kosmopolitní společnosti je nepřeberné množství firem, které nabízí impozantně vyhlížející úpravy s nárůsty výkonových parametrů v řádech desítek procent. Slibují nižší spotřebu paliva a nesníženou životnost. Každému racionálně uvažujícímu člověku se to musí zdát alespoň podezřelé.

Tato práce se věnuje popisu takové úpravy od počátku, kdy je třeba se soustředit na vnitřní pochody a seznámit se s elektronickým řízením daného motoru. Rozebírá dnes běžně dostupné možnosti zvyšování výkonových parametrů a techniku úprav datových polí v řídicích jednotkách. Popisuje vliv prováděných úprav na provozní vlastnosti automobilu, jako je např. spotřeba paliva, životnost a spolehlivost automobilů a v neposlední řadě uživateli opomíjené emise výfukových plynů. Ty jsou v současnosti při vývoji motorů na prvním místě a stále se zpřísnující emisí normy nutí výrobce hledat i ty nejskrytější rezervy, pomocí kterých se mohou dostat pod nastavené limity.

V hlavní části se práce věnuje podrobnému popisu úprav pěti parametrů, díky nimž lze dosáhnout požadovaného nárůstu výkonu a kroutícího momentu. Popisuje původní tovární nastavení a provedené změny v softwarovém prostředí ECM 2001. Naměřené výsledky z měření na válcovém dynamometru pak umožňují sledovat vliv těchto samostatně provedených úprav na průběh vnější otáčkové charakteristiky motoru. Věnuje se popisu celkové úpravy datových polí, ve které jsou sloučeny všechny samostatně testované změny a shrnuje výsledky nárůstu výkonových parametrů, kterých bylo dosaženo. Dále rozebírá metody pro měření kouřivosti vznětových motorů. Věnuje se výsledkům naměřené kouřivosti metodami volné akcelerace a kontinuálním měřením při zátěži. Toto měření probíhalo souvisle s prováděnými měřeními výkonových parametrů motoru na válcovém dynamometru, takže se změna výkonu přesně odráží ve změně kouřivosti. Předkládaná diplomová práce by tedy měla sloužit jako základní rozbor problematiky softwarových úprav v řídicích jednotkách a na provedeném měření prokázat souvislosti a zákonitosti dané problematiky.

Základní charakteristika elektronicky řízeného motoru AHF 1.9 TDI 81 kW

Měření je prováděno na vozidle Škoda Octavia první generace s koncernovým vznětovým motorem AHF 1.9 TDI 81 kW. Motor vychází konstrukčně z typu AGR 1.9 TDI



66kW je u něj však použito nového turbodmychadla s nastavitelnými rozváděcími lopatkami. Průměr děr v pětiovorových vstříkovacích tryskách byl zvýšen na 205 μm (z původních 197 μm). Větší otvor trysek a výkonnější turbodmychadlo umožnili zvýšení výkonu na 81 kW.

Obr. č. 1: Škoda Octavia na stanovišti válcové dynamometru

Vznětový motor AHF je vybaven přímým vstřikem paliva s rozdělovacím vstříkovacím čerpadlem VP37. Řídící jednotka motoru Bosch MSA 15 plně přejímá kontrolu nad množstvím vstříkovaného paliva, počátkem vstřiku, plnicím tlakem, zpětným vedením výfukových plynů, dobou žhavení a elektrických vyhříváním chladící kapaliny. Základní parametry motoru jsou následující:

Motor 1.9 TDI	
kód motoru	AHF
konstrukce	řadový čtyřválec
zdvihový objem	1896 cm ³
maximální výkon motoru	81 kW / 4150 min ⁻¹
maximální kroutící moment	235 Nm / 1900 min ⁻¹
vrtání	79,5 mm
zdvih	95,5 mm
kompresní poměr	19,5 : 1
volnoběžné otáčky	875 ÷ 950 min ⁻¹
elektronický systém	Bosch EDC
příprava směsi	elektronicky řízené přímé vstříkování
rozdělovací vstříkovací čerpadlo	Bosch VP37
pořadí vstříkování	1 - 3 - 4 - 2
časování vstříkovacího čerpadla	0,70 ± 0,02 mm
tlak na vstříkovacích ventilech	190 ÷ 200 bar
minimálně	170 bar
turbodmychadlo	Garrett GT15
tlak turbodmychadla	0,55 ÷ 0,75 / 3000 bar/min ⁻¹

Tab. č. 1: Základní parametry motoru

Elektronický systém řízení

Počítačem podporované řízení motoru je speciálně přizpůsobeno požadavkům regulace otáček turbodmychadla. V systému jsou zapojeny následující snímače, čidla a spínače:

- snímač zdvihu jehly
- snímač otáček motoru
- snímač množství nasávaného vzduchu
- čidlo teploty chladicí kapaliny
- snímač teploty nasávaného vzduchu
- čidlo tlaku nasávaného vzduchu
- spínač brzdových světel a brzdového pedálu
- snímač spojkového pedálu
- snímač polohy pedálu akcelerace (+ koncový spínač volnoběžných otáček, + spínač pohybu pedálu akcelerace – tzv. kick-down)
- snímač polohy regulačního šoupátka
- snímač teploty paliva

Tyto snímače předávají signál do řídicí jednotky motoru. Snímač atmosférického tlaku je přímo zabudován v tělese řídicí jednotky. Další signály mohou být z klimatizace a DF svorky na alternátoru.

Popis snímačů, spínačů a čidel

- **Snímač zdvihu jehly**

Na vstřikovací trysce třetího válce je připojen snímač zdvihu jehly pro zjištění



skutečného počátku vstřiku. Skládá se z elektromagnetické cívky, která je napájena konstantním proudem z řídicí jednotky. Uvnitř cívky je trn v podobě prodloužené jehly trysky, jejíž pohyb způsobuje změnu indukovaného napětí v cívce. Okamžik indukce napětí v cívce je řídicí jednotkou

Obr. č. 2: Snímač zdvihu jehly[8]

porovnáván se signálem o horní úvratí pístu ve třetím válci. ŘJ vypočítá z rozdílu skutečný okamžik počátku vstřiku. Výsledná hodnota se porovná s požadovanou hodnotou a pokud je mezi nimi difference, dojde ke korekci stávající hodnoty nastavení počátku vstřiku paliva do válce.

V případě výpadku signálu je spuštěn nouzový chod motoru. Počátek vstřiku se řídí podle datového pole v řídicí jednotce a dojde ke snížení vstřikovaného množství paliva.

- **Snímač otáček motoru**

Induktivní snímač otáček motoru je umístěn na klikové hřídeli na straně u setrvačnicku.



Snímá uhel natočení klikové hřídele z na něm připevněného speciálního kotouče (jeho přesná poloha je fixována lícovacím kolíkem) se čtyřmi výřezy. Měří se odstup mezi dvěma po sobě následujícími impulzy. Okamžitá poloha klikového hřídele se vypočítá vyhodnocením čtyř impulzů. Signál slouží k výpočtu vstřikovaného množství paliva a počátku vstřiku.

Dále je signál použit k řízení funkcí zpětného vedení

Obr. č. 3: Snímač otáček motoru[8] výfukových plynů a předžhakování.

V případě výpadku signálu se je spuštěn nouzový chod motoru. Jako náhradní signál je použit signál ze snímače zdvihu jehly. Počátek vstřiku se řídí podle datového pole řídicí jednotky motoru. Sníží se plnicí tlak vzduchu a vstřikované množství paliva.

- **Snímač množství nasávaného vzduchu**



Snímač je umístěn v sacím potrubí hned za filtrem vzduchu. Množství protékajícího vzduchu se určuje pomocí senzoru pracujícího podle principu vyhřívaného drátu. Proudící vzduch ochlazuje drát, respektive vodivou fólii, a tím klesá její odpor. Změna proudu je vyhodnocována řídicí jednotkou. Výsledek měření snímače slouží k řízení recirkulace výfukových plynů (EGR) a k omezení

Obr. č. 4: Snímač množství nasávaného vzduchu[8] vstřikovaného množství paliva ve chvíli, kdy by bylo množství nasávaného vzduchu tak malé, že by docházelo ke spalování za vzniku kouře.

V případě výpadku signálu dojde ke snížení tlaku v turbodmychadle a nastaví se konstantní hodnoty pro optimalizaci chodu.

- **Čidlo teploty chladicí kapaliny**

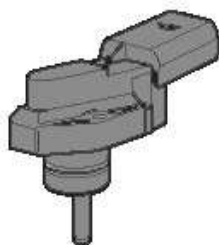


Obr. č. 5: Čidlo teploty chladicí kapaliny [8]

Čidlo fungující jako odpor s negativním teplotním koeficientem se nachází v hlavě válců v hrdle výstupního potrubí chladicí kapaliny. Poklesem napětí se předává okamžitá teplota do řídicí jednotky. Signál se používá k výpočtu počátku vstřiku, k době předžhavování, k vyhřívání chladicí kapaliny a recirkulace výfukových plynů.

V případě výpadku signálu se použije náhradní teplota. Dojde k přerušení vyhřívání chladicí kapaliny. Předžhavení probíhá po hodnotu maximální doby.

- **Čidlo tlaku a snímač teploty nasávaného vzduchu**



Obr. č. 6: Čidlo tlaku a snímač teploty nasávaného vzduchu [8]

Čidlo tlaku a snímač teploty jsou umístěny v potrubí za chladičem nasávaného vzduchu a dodávají signál do řídicí jednotky. Na základě těchto hodnot se poté koriguje plnicí tlak vzduchu, řídí recirkulace výfukových plynů, vstřikovanou dávku, počátek vstřiku a vyhřívání chladicí kapaliny.

V případě výpadku signálu z čidla tlaku použije řídicí jednotka pevnou hodnotu plnicího tlaku.

V případě výpadku signálu ze snímače teploty se pro výpočet mezní hodnoty plnicího tlaku a vyhřívání chladicí kapaliny použije pevná náhradní hodnota 20 °C.

- **Spínač brzdových světel a brzdového pedálu**

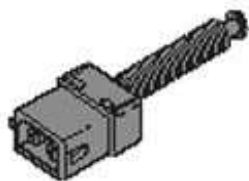


Obr. č. 7: Spínač brzdových světel a brzdového pedálu [8]

Oba spínače jsou integrovány do jedné součástky připevněné přímo na brzdovém pedálu. Oba spínače dávají signál řídicí jednotce motoru „brzdový pedál sešlápnutý“ a tím se vylučuje možnost současně akcelarovat i brzdít. „Zdvojený“ signál zaručuje systému dvojnásobnou jistotu. Spínač brzdových světel rozsvěcí brzdová světla. Signál se v řídicí jednotce používá při deceleraci pro přerušení dodávky paliva a kontrolu věrohodnosti signálu ze snímače polohy akcelérátoru.

V případě výpadku signálu pracuje řídicí jednotka v nouzovém režimu a upraví vstřikované množství paliva.

- **Spínač spojkového pedálu**

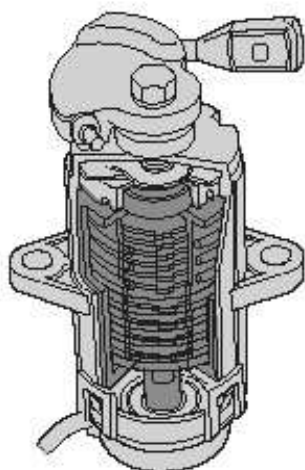


Spínač je umístěn přímo na pedálu spojky a předává řídicí jednotce informaci o zapnutí nebo vypnutí spojky.

Krátkodobým snížením vstřikované dávky paliva při sešlápnutí spojky se zabrání škubání motoru při řazení.

Obr. č. 8: Spínač spojkového pedálu [8]

- **Spínač polohy pedálu akcelerace**



Spínač polohy akcelerátoru je formou potenciometru.

Elektrický napěťový signál je přiveden do řídicí jednotky a udává přesnou polohu pedálu akcelerace. Uvnitř snímače je válcová pružina, která vytváří vratnou sílu a tím i pocit řidiče, že ovládá mechanický pedál. Ve snímači jsou umístěny také koncový spínač volnoběžných otáček a spínač pohybu pedálu akcelerace tzv. kick-down. Signál se používá pro výpočet vstřikovaného množství paliva a počátek vstřiku. Zároveň se používá k omezení plnicího tlaku vzduchu a k řízení zpětného vedení výfukových plynů.

Obr. č. 9: Spínač polohy pedálu akcelerace [8]

V případě výpadku signálu běží motor v nouzovém režimu. Nastaví se zvýšené volnoběžné otáčky 1300 min^{-1} , které

slouží pro dojezd do servisu.

- **Snímač polohy regulačního šoupátka**

Bezdotykový snímač regulačního šoupátka umístěný v rozdělovacím čerpadle sleduje úhel natočení excentrického hřídele dávkovače vstřikovacího čerpadla. Skládá se ze dvou induktivních snímačů. Jeden slouží jako referenční a druhý je použit pro měření skutečné polohy hřídele. Podél speciálně tvarovaného železného jádra se vytváří vlivem střídavého napětí magnetické pole. Na excentrickém hřídeli je upevněn pohyblivý železný kroužek, který se pohybuje podél jádra. Tím se indukuje v cívce střídavé napětí. Fázové posunutí indukovaného napětí vůči požadovanému napětí je mírou pro nastavení dávkovače. Signál se používá k porovnání skutečné hodnoty polohy dávkovače s polohou vypočtenou.

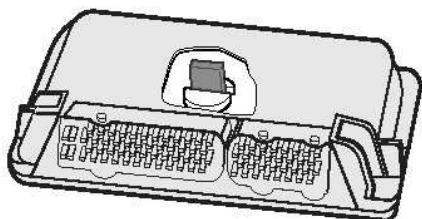
V případě výpadku signálu dojde z bezpečnostních důvodů k okamžitému odstavení motoru.

- **Snímač teploty paliva**

Snímač měří teplotu paliva v rozdělovacím vstřikovacím čerpadle. Signál se předává do řídicí jednotky (je důležitý vzhledem k závislosti hustoty paliva na teplotě) a vypočítává se z něj počátek a konec vstřiku paliva.

V případě výpadku signálu se počítá s náhradní konstantní hodnotou.

- **Snímač atmosférického tlaku**



Piezoelektrický snímač tlaku vzduchu je umístěn přímo v tělese řídicí jednotky motoru. Působením síly uvolňuje piezokrystal napětí, které je mírou tlaku. Sníží-li se atmosférický tlak (např. změnou nadmořské výšky) dojde k deregulaci plnicího tlaku vzduchu a recirkulace výfukových plynů.

Obr. č. 10: Snímač atmosférického tlaku[8] V případě výpadku signálu dojde ke snížení plnicího tlaku podle předem zadané hodnoty.

- **DF svorka alternátoru**

Signál z DF svorky alternátoru, který udává volnou proudovou kapacitu, se vyhodnocuje ve spojitosti s vyhříváním chladicí kapaliny. Funguje jako pojistka proti vybíjení akumulátoru.

V případě výpadku signálu dojde k odpojení vyhřívání chladicí kapaliny.

Signál klimatizace je použit pro zvýšení počtu volnoběžných otáček motoru, aby při zapnutí kompresoru klimatizace nebyly příliš nízké a nedocházelo k neklidnému chodu motoru. Signál o rychlosti vozidla je použit, když je vozidlo vybaveno tempomatem. Řídicí jednotka upravuje množství vstřikovaného paliva podle rychlosti vozidla, aby byla jízda plynulá. V neposlední řadě je vyslán z palubní desky signál o sepnutí elektronického imobilizéru, který zabraňuje použití vozidla nepovolané osobě.

Z řídicí jednotky motoru pak jdou signály do následujících akčních členů:

- žhavicí svíčky motoru, relé žhavicích svíček
- žhavicí svíčky vyhřívání chladicí kapaliny, relé žhavicích svíček vyhřívání chladicí kapaliny
- přepínací ventil škrťací klapky
- elektromagnetický ventil pro zpětné vedení výfukových plynů
- elektromagnetický ventil omezování plnicího tlaku vzduchu
- kontrolka předžhavování

- nastavovač množství paliva
- uzavírací ventil přívodu paliva
- ventil počátku vstřiku

a další signály mohou být použity pro jako informace o okamžitých otáčkách motoru, spotřebě paliva a pro klimatizaci.

Popis akčních členů

- **Žhavicí svíčky motoru**



Žhavicí svíčky jsou umístěny v hlavě každého válce a jejich hrot je v blízkosti trysky vstřikovače. Jsou aktivovány řídicí jednotkou motoru, která na základě signálu o otáčkách motoru a teplotě chladicí kapaliny vypočte doby předžhavování, žhavení a dožhávání.

Obr. č. 11: Žhavicí svíčky motoru [8]

- **Žhavicí svíčky pro vyhřívání chladicí kapaliny**



Pro zajištění dostatečného přívodu tepla do prostoru pro cestující a výpomoc při studených startech je motor vybaven třemi žhavicími svíčkami. Jsou přišroubovány na spojovacím hrdle chladicí kapaliny na hlavě válců. Je-li teplota v době startu motoru nižší než 5 °C (přesná hodnota je uložena do paměti), aktivuje se přes dvě relé vyhřívání chladicí kapaliny.

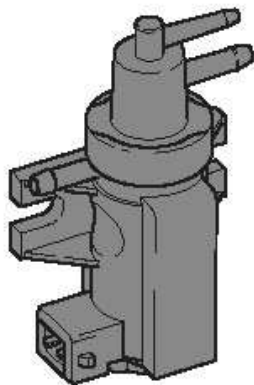
Obr. č. 12: Žhavicí svíčky
pro vyhřívání chladicí
kapaliny [8]

Aby se zabránilo vybíjení akumulátoru, lze napájet tři, dvě nebo jen jednu žhavicí svíčku (signál z DF svorky alternátoru). Vyhřívání je přerušeno při dosažení určité teploty. Ta je dána řídicí jednotkou a je závislá na původní teplotě při startu (čím je teplota při startu nižší, tím vyšší je teplota, při které dojde k odpojení vyhřívání).

- **Přepínací ventil škrťací klapky**

V sacím potrubí je umístěna klapka, která v okamžiku vypnutí motoru přeruší dodávku vzduchu. Tím dojde ke kompresi menšího množství vzduchu a motor „doběhne“ měkčeji. Klapka má dvě pracovní polohy: otevřeno a zavřeno. V poloze otevřeno působí na membránu ovládacího podtlakového ventilu atmosférický tlak. Při vypnutí motoru vyše řídicí jednotka do přepínacího ventilu škrťací klapky proud, který přitáhne kotvu. Ta uvolní přívod podtlaku na membránu podtlakového ventilu, který přestaví škrťací klapku do polohy zavřeno. Klapka setrvá v této poloze po dobu tří sekund a vrací se do polohy otevřeno.

- **Elektromagnetický ventil pro zpětné vedení výfukových plynů EGR**

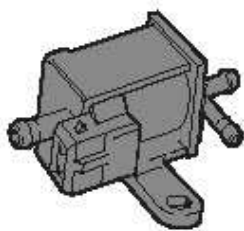


Obr. č. 13: EGR ventil [8]

Elektromagnetický ventil pro zpětné vedení výfukových plynů se nachází na příčné stěně v motorovém prostoru pod její horní částí a ovládá pomocí podtlaku mechanický ventil AGR pro zpětné vedení výfukových plynů. Skládá se z cívky, jádra, vnější a vnitřní membrány. V klidové poloze je přívod podtlaku k AGR ventilu uzavřen. Na cívku ventilu je přiváděno napětí s konstantním kmitočtem. Impulzy se změnou kmitočtu přiváděné od řídicí jednotky jsou přeměňovány na mechanický pohyb jádra cívky, které potom otvírá přívod podtlaku.

V případě poruchy se odpojí zpětné vedení výfukových plynů, to se ale nijak výrazně neprojeví na chodu motoru.

- **Elektromagnetický ventil omezování plnicího tlaku vzduchu**



Obr. č. 14: Ventil omezování
plnicí tlaku vzduchu [8]

Ventil se nachází na příčné stěně v motorovém prostoru pod jejím horním okrajem. Ovládá membránu v tlakové nádobě mechanického ventilu plnicího tlaku vzduchu. V klidové poloze prochází plnicí vzduch (o stejném tlaku jako je v sacím potrubí) volně skrz elektromagnetický ventil k mechanickému ventilu plnicího tlaku vzduchu na turbodmychadle. Tam se po dosažení určitého tlaku otevře klapka ventilu pro regulaci plnicího tlaku vzduchu a výfukové plyny mohou nyní volně proudit vzniklým otvorem přímo do výfuku, aniž by procházely turbodmychadlem. V aktivním stavu je část plnicího vzduchu odváděna do sacího kanálu. Řídicí jednotka vysílá k elektromagnetickému ventilu výchozí signály odpovídající datovému poli plnicího tlaku. Otevřením, případně zavřením, se zvyšuje nebo snižuje tlak v sacím potrubí na regulačním ventilu plnicího tlaku turbodmychadla. V případě poruchy se omezí tlak mechanickou cestou na 0,075 MPa.

- **Kontrolka předžhakování**

Kontrolka předžhakování signalizuje na přístrojové desce svým svícením dobu předžhakování. Svým přerušovaným svícením signalizuje závadu na následujících dílech:

- snímač zdvihu jehly
- snímač polohy regulačního šoupátka



Obr. č. 15: Kontrolka
předžhakování [8]

- snímač otáček motoru
- snímač polohy regulačního šoupátka
- snímač polohy pedálu akcelerace
- snímač brzdových světel a spínače brzdového pedálu
- nastavovač množství paliva
- ventil počátku vstřiku

Kontrolku aktivuje řídící jednotka pouze v případě hrozícího nebezpečí, že nebude možné pokračovat v jízdě.

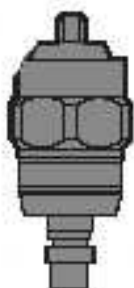
- **Nastavovač množství paliva**

Nastavovač množství paliva je připevněn v horní části rozdělovacího vstřikovacího čerpadla. Signály od řídící jednotky se elektromotoricky mění v pohyb poháněného hřídele s excentricky umístěným kulovým kloubem. Natočení hřídele je možné v rozmezí 60°. Vratná pružina vytváří trvale vratný pohyb, který natáčí hřídel do nulové polohy. Kulový kloub pohybuje šoupátkem, které se posouvá na rozdělovacím válci sem a tam. Řídící průřez může být zcela otevřen – dodávka paliva přerušena, nebo zcela uzavřen – plný plyn.

Jako regulační parametry jsou řídící jednotkou použity signály o poloze akcelérátoru a otáčkách motoru. Korekční parametry jsou ze snímačů teploty chladicí kapaliny, množství nasávaného vzduchu a polohy pedálu spojky. Z těchto údajů vypočítá řídící jednotka hodnotu nastavení, kterou přenáší v podobě napětí na nastavovač množství paliva.

V případě poruchy na nastavovači se motor zastaví. Při výpadku proudu se vratná pružina postará o přestavení hřídele do polohy „0“. Tím dojde k úplnému uvolnění řídícího průřezu rozdělovacího pístu a motor se zastaví.

- **Uzavírací ventil přívodu paliva**



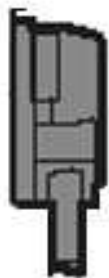
Elektromagnetický uzavírací ventil paliva je namontován v horní části rozdělovacího čerpadla a slouží k přerušení dodávky paliva, respektive k odstavení motoru. Jádrem cívky slouží zároveň jako ventil. Pokud je cívka napájena proudem, překonává jádro odpor pružiny a tím je uvolněn průtok paliva. Jestliže proud cívkou neprochází, je přívod paliva do rozdělovacího vstřikovacího čerpadla přerušen.

Obr. č. 16: Uzavírací ventil
přívodu paliva [8]

V případě poruchy je vozidlo vyřazeno z provozu díky přerušení dodávky paliva.

- **Ventil počátku vstříku**

Elektromagnetický ventil je namontován v dolní části vstřikovacího čerpadla a skládá se z pístku, pružiny a cívky. V klidovém stavu uzavírá pístek působením pružiny zpětný tok paliva. Ten se otevře teprve aktivací elektromagnetického ventilu prostřednictvím řídicí



Obr. č. 17: Ventil

počátku vstříku [8]

jednotky. Tlak paliva, který působí na pístek proti smyslu síly vyvíjené pružinou, způsobuje přesouvání pístku do rovnovážné polohy (při každém tlaku paliva). Rovnovážná poloha zajišťuje definovanou pozici nastavovacího válečku vstřikování, a tím posunutí počátku vstříku paliva. Poloha nastavovacího válečku vstřikování se přenáší pomocí čepu na kotoučovou vačku ve

vstřikovacím čerpadle. Kotoučová vačka mění dráhu čepu v úhel natočení. Tím se vačka pootočí ve směru „na dříve“ nebo „na později“ a počátek vstříku se změní v závislosti na jejím natočení. Pro výpočet hodnoty signálu pro elektromagnetický ventil se používá signál ze snímače zdvihu jehly jako skutečná hodnota parametru.

V případě poruchy se přestane provádět regulace počátku vstříku paliva a aktivuje se nouzový režim. Tím dojde ke snížení plnicího tlaku vzduchu a snížení vstřikovaného množství paliva.

Dalšími výstupními signály z řídicí jednotky jsou např. spotřeba paliva, která se vypočítává z polohy regulačního šoupátka a zobrazuje se na displeji palubního počítače v přepočtu jako spotřeba v l na 100 km nebo otáčky motoru. Ty se zobrazují na přístrojové desce jako okamžité otáčky motoru, ale používají se také pro výpočet dynamického tlaku oleje apod.

Řízení vstřikovaného množství paliva

V závislosti na parametrech vstřikovaného množství, otáček motoru, točivého momentu, jízdního komfortu a startování reguluje řídicí jednotka motoru nastavovač množství paliva. V datovém poli řídicí jednotky je uložena výchozí hodnota vstřikovaného množství paliva, která se upřesňuje pomocí hodnot, které přichází od snímačů, spínačů a čidel:

- poloha pedálu akcelerace
- poloha koncového spínače volnoběžných otáček
- teplota chladící kapaliny
- teplota paliva
- otáčky motoru

- množství nasávaného vzduchu
- poloha regulačního šoupátka
- brzdový pedál
- poloha pedálu spojky
- signál o rychlosti

Řídící jednotka regulací vstřikovaného množství upravuje volnoběžné a maximální otáčky, přerušuje dodávku paliva při setrvačném chodu, zvyšuje dávku při startování motoru nebo omezuje kouřivost motoru.

Řízení počátku vstřiku a předvstřiku

Pro optimalizaci spotřeby paliva, emisí výfukových plynů nebo chování motoru při startu je potřeba dodávat palivo do válce ve správný okamžik. Základ pro výpočet počátku vstřiku je hodnota datového pole řídicí jednotky. Skutečný okamžik otevření trysky je signalizován snímačem zdvihu jehly. Tato hodnota se neustále porovnává s hodnotou danou datovým polem a případné odchylky se mění ve změnu aktivace elektromagnetického ventilu na přesuvníku vstřiku, čímž se uzavírá regulační obvod.

Pevné hodnoty datového pole jsou použity při startu motoru a v průběhu jeho ohřevu. Jsou dány teplotou chladící kapaliny.

Datová pole v řídicích jednotkách motorů a jejich úpravy

Nutnost vyhovět stále přísnějším limitům exhalací zapříčinila použití důmyslnější mikroelektroniky pro posloupnosti výpočtů – algoritmů, které probíhají v řídicí jednotce a jsou základem motormanagementu. Struktura řídicí jednotky je podobná běžnému osobnímu počítači. Připravuje data pro jednotlivé součásti elektronicky ovládaného motoru. Vstupní hodnoty jako otáčky motoru, poloha pedálu akcelérátoru, množství nasávaného vzduchu, signál z lambda sondy, teplota motoru a mnohé další, jsou plynule proměnné (analogové) veličiny a jsou převáděny AD (analogově digitálními) převodníky do dvojkové (binární) soustavy tak, aby je mohl mikroprocesor zpracovat. Ten provádí výpočty s využitím dat tzv. statických pamětí – ROM, EPROM, EEPROM, FLASH. Data statických pamětí slouží jako základní data pro řízení motoru, eventuálně jsou v nich uloženy korekční faktory. Výsledky výpočtu z mikroprocesoru jsou k akčním členům vysílány v podobě časových nebo napěťových hodnot. Z tohoto je jasné, že při změně základních dat dojde ke změně výsledných hodnot. Každá změna parametru vyvolá v systému řízení motoru i vnější odezvu.

Systém řízení motoru je tedy založen na spojitě regulaci pomocí tzv. PID regulátorů. Každý regulátor má své výpočtové konstanty – v praxi jsou optimální hodnoty těchto konstant stanoveny experimentálně. Hodnoty složek PID regulace jsou trvale uloženy v paměti mikroprocesoru nebo ve vyhrazených paměťových buňkách externí paměti. Při změnách datových map uložených v EPROM¹⁾ paměti nejsou tyto konstanty nijak upravovány.

Nejednodušší cesta ke zvýšení točivého momentu a výkonu sériového motoru je tedy v modifikaci datových polí v řídicí jednotce. Na otázku jak je vůbec možné takovou „prostou“ cestou zvýšit např. o 30 % výkon přeplňovaných vznětových motorů koncernu VW lze odpovědět dvěma způsoby. První a veřejně více diskutovaná varianta je, že výrobci uloží do řídicí jednotky data, která jsou jakousi zlatou střední cestou pro všechny světové trhy. To by znamenalo kompromis vzhledem k teplotním pásmům, kvalitě paliva, emisním limitům, ale i legislativě pojištění a podobně. Druhá varianta je finanční. Automobilka zkonstruuje základní typ motoru a z něj potom při minimálních nákladech může vytvořit několik výkonových variant. Takový postup ušetří oproti vývoji nového agregátu hodně práce i financí. Na obou teoriích je pravděpodobně něco pravdy. Nejdůležitější faktor pro výkonovou rezervu při tvorbě továrního nastavení datových polí jsou zajisté stále se zpřísnující emisní limity.

¹⁾ semipermanentní typ paměti typu ROM-RAM, jejíž obsah je mazatelný ultrafialovým zářením. Před novým naprogramováním je nutné paměť smazat. K programování se používá většinou několikanásobně vyšší napětí než ke čtení (typ 12V nebo 25V proti 5V napájecího napětí. [zdroj:<www.wikipedia.cz>]

Automobil musí při všech jízdních režimech splňovat normy pro emise, což se pro výrobce automobilu stává stále obtížnější a nejjednodušší cestou je právě v kritických fázích snížit dávku paliva, předvstřík aj. tak, aby i v kritické fázi automobil normám vyhověl.

Spotřeba paliva

Se změnou datových polí dochází i ke změně spotřeby paliva. Se zvýšením výkonu motoru vzhledem k fyzikálním závislostem přeměny paliva na mechanickou energii a tím, že základním parametrem úprav je zvýšení dávky paliva, samozřejmě stoupá i spotřeba paliva. Dá se nicméně konstatovat, že pokud dojde úpravou ke zvýšení točivého momentu motoru, má řidič k dispozici při jízdě větší sílu. To znamená, že při určitých režimech jízdy, např. akceleraci, nemá potřebu řadit a to vede ke snížení spotřeby paliva.

Emise výfukových plynů

U zážehových motorů dochází kvůli zvýšení bohatosti směsi (nižší hodnota λ sondy) k nárůstu obsahu oxidu uhelnatého CO a nespálených uhlovodíků HC. K výraznému zvýšení emisí HC dochází v případech neúměrně zvýšeného plnicího tlaku, kdy začíná selhávat zapalování, neboť není vytvořena potřebná energie jiskry zapalovací svíčky.

Zvýšení plnicí dávky paliva u vznětových motorů, bez potřebného navýšení dávky vzduchu jako oxidačního činidla způsobuje nárůst kouřivosti motoru. Doprovodným jevem, který také způsobí zvýšení emisí je potom porucha EGR ventilu vlivem znečištění.

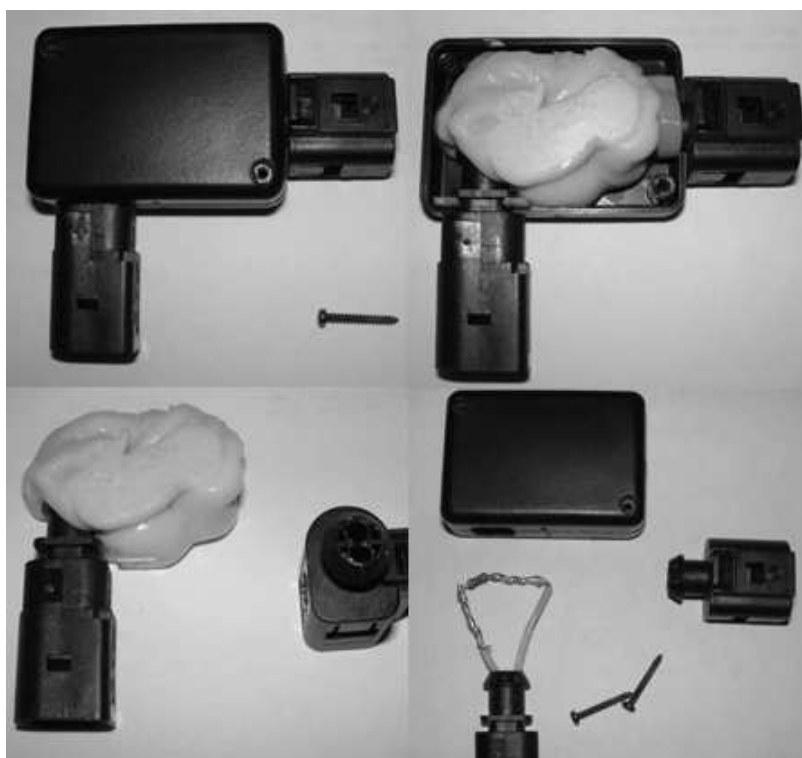
Životnost a spolehlivost motoru

V dnešní době neexistuje žádná spolehlivá statistická metoda, která by vyhodnotila spolehlivost nebo životnost motorů s upravenými řídicími jednotkami. Je to dáno hlavně zanedbatelným vzorkem upravených automobilů na trhu vzhledem k masové sériové produkci. Faktem zůstává, že s využitím zvýšeného výkonu a točivého momentu upraveného motoru samozřejmě klesá životnost jednotlivých mechanických komponent. Ty jsou sice konstruovány s dostatečným bezpečnostním koeficientem, ale při nárůstu kroutícího momentu o 20 – 30 % nelze předpokládat, že neklesne životnost spojky, která tento zvýšený točivý moment musí převést na převodovku.

Důležitým argumentem proti úpravám datových polí řídicích jednotek motorů je ztráta záruky od výrobce. Cena úpravy výkonu je několikanásobně nižší než je rozdíl dvou výkonových verzí jednoho motoru, např. 1.9 TDI 74kW a 1.9 TDI 96kW, takže se automobilky chrání proti „zneužití“ takových úprav, které by jim v podstatě snižovaly zisk.

Alternativa změny datových polí - PowerBox

Změna dat elektronické řídicí jednotky je závislá na použitém typu řídicí jednotky a typu pamětí. Starší systémy řízení motoru používali jen statické paměti, které musely být fyzicky vyjmuty a přeprogramovány v externím programátoru. To je případ Škoda Octavia 1.9 TDI, vybrané pro úpravy v rámci této práce. Používaly se i typy, které nebylo možné přepsat a museli se nahradit novými. U novějších řídicích jednotek je změna dat mnohem jednodušší a bez nutného zásahu přímo do řídicí jednotky. Připojením se přes diagnostickou zásuvku automobilu lze přehrát obsah pamětí. Tento způsob je použitelný také u typů, které

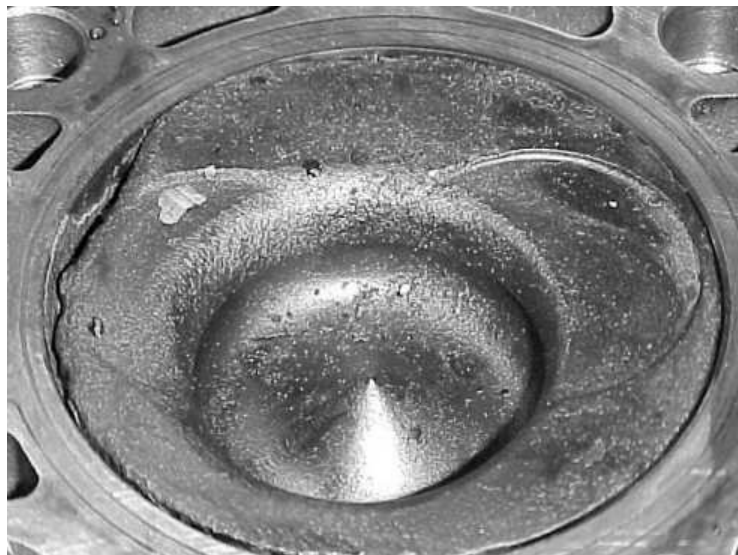


mají data uloženy ve vyhrazeném paměťovém prostoru, který je součástí mikroprocesoru. Pro zvýšení výkonu a točivého momentu motoru lze použít i různé odporové mezičláanky tzv. PowerBox, SeedBox, SeedBuster apod., které jsou na trhu běžně dostupné. Jelikož je zpětná vazba do řídicí jednotky analogová, lze zpětnovazební signál upravit zařazením takového členu.

Obr. č. 18: Odporový mezičlánek - PowerBox [zdroj: <http://obd.ec.cz>]

Podobné „chipy“ tedy nejsou nic jiného než zapouzdřený elektrický odpor s konektorem. Většinou se umísťuje na vstřikovací lištu jako mezičlánek na kabeláž ke vstřikovačům nebo na volný slot přímo na řídicí jednotku motoru. Tyto PowerBoxy mají uváděné téměř shodné parametry nárůstu výkonu a točivého momentu jako úpravy datových polí. Jejich nespornou výhodou je zcela jednoduchá montáž i demontáž. Jsou ale založeny na zasílání špatných informací do řídicí jednotky. Nejčastější variantou je signál o poloze elektromagnetického ventilu rozdělovacího čerpadla.

PowerBox vyšle nepravdivý signál řídicí jednotce o tom, že ještě nebylo dosaženo potřebné plnicí dávky paliva a tím se prodlouží doba otevření ventilu. Zvýší se dávka paliva, aniž by o tom řídicí jednotka motoru měla správné informace. Výrobci zmíněných systémů



Obr. č. 19: Defekt pístu motoru [zdroj:www.cimbu.cz]



Obr. č. 20: Defekt pístu motoru [zdroj:www.cimbu.cz]

chybný signál o plnicím tlaku turbodmychadla kvůli jeho umělému zvýšení výkonu, může způsobit vážné závady na turbodmychadle i klikovém ústrojí. Neúměrně zvýšený plnicí tlak způsobuje vynechávání zapalování v důsledku nedostatku energie potřebné k přeskočení jiskry na zapalovací svíče.

prezentují neměnnou spotřebu paliva, což potvrzuje údaj palubního počítače. Jednoduše proto, že řídicí jednotka dostává chybné informace o dávkách paliva, respektive stejné jako bez namontovaného PowerBoxu. Ve skutečnosti je spotřeba samozřejmě vyšší. Tento systém je zcela nevhodný a znamená vysoké riziko vzniku defektu motoru.

Nespálené kapénky nafty dohořívají např. na pístech a narušují jejich strukturu, viz obr. č. 19 a 20. Zároveň také nespálené kapénky způsobují smývání olejového filmu ze stěn válců a vypalují krátery do povrchu pístů. V neposlední řadě dochází ke zvýšené kouřivosti motorů, která doprovází provoz takto upravených vozidel. Varianta, kdy bude PowerBox vysílat

Popis válcového dynamometru a způsoby měření

Výkon motoru, tak jak je prezentován výrobcem, ať už jako maximální hodnoty nebo lépe jako graf vnější otáčkové charakteristiky, je měřen přímo na motoru. Síla při rotačním pohybu je měřena bezprostředně za klikovou hřídelí. Na motorovém stanovišti jsou zároveň zajištěny téměř ideální provozní podmínky, které za běžného provozu nemohou být nikdy splněny. K měření výkonu motoru v zástavbě se používají válcové dynamometry. Točivý moment je přenášen pohonným ústrojím na hnací kola, která se odvalují na zkušebních válcích dynamometru. Měření výkonu pak může vycházet ze dvou metod - dynamické nebo statické.

- **Dynamická metoda**

Je založena na urychlování setrvačné hmoty zkušebních válců. Lépe simuluje provozní režim, pro který je charakteristické proměnné pásmo otáček a zatížení (v měřeném časovém úseku). Tato metoda je rychlejší než statická, ale klade mnohem vyšší nároky na měřicí aparaturu.

- **Statická metoda**

Je založena na vytváření brzdícího momentu, který má opačný smysl působení, než přenáší kola od motoru. Zkoušky podle statické metody jsou standardizovány a lze si je představit jako jízdu automobilu v dálničním stoupání, kdy je snahou řidiče udržet maximální rychlost.



Protože při měření výkonu přes hnací kola by nutně nastala chyba výsledku vzniklá nezahrnutím složky pasivních ztrát v trakci a skluzech na kole, je nutné pasivní ztráty stanovit. U dynamické metody se určují ztráty ihned po skončení aktivní části zkoušky výkonu, tzv. doběhem. Vozidlo se rozjede na vysokou rychlost a po vyřazení rychlostního stupně se nechá setrvačností na zkušebních válcích dojet.

Obr. č. 21: Octavia na stanovišti válcového dynamometru

Zjišťuje se při tom pokles rychlosti v závislosti na čase. Přesnějším měřením pasivních ztrát je protáčení kol ze strany zkušebních válců, kdy je ale nutné mít aktivní pohon válců elektromotorem. Ztráty jsou přičteny k síle na povrch válců a při znalosti rychlosti tak získáváme výkon motoru.



Obr. č. 22: Pracoviště obsluhy dynamometru 2PT220

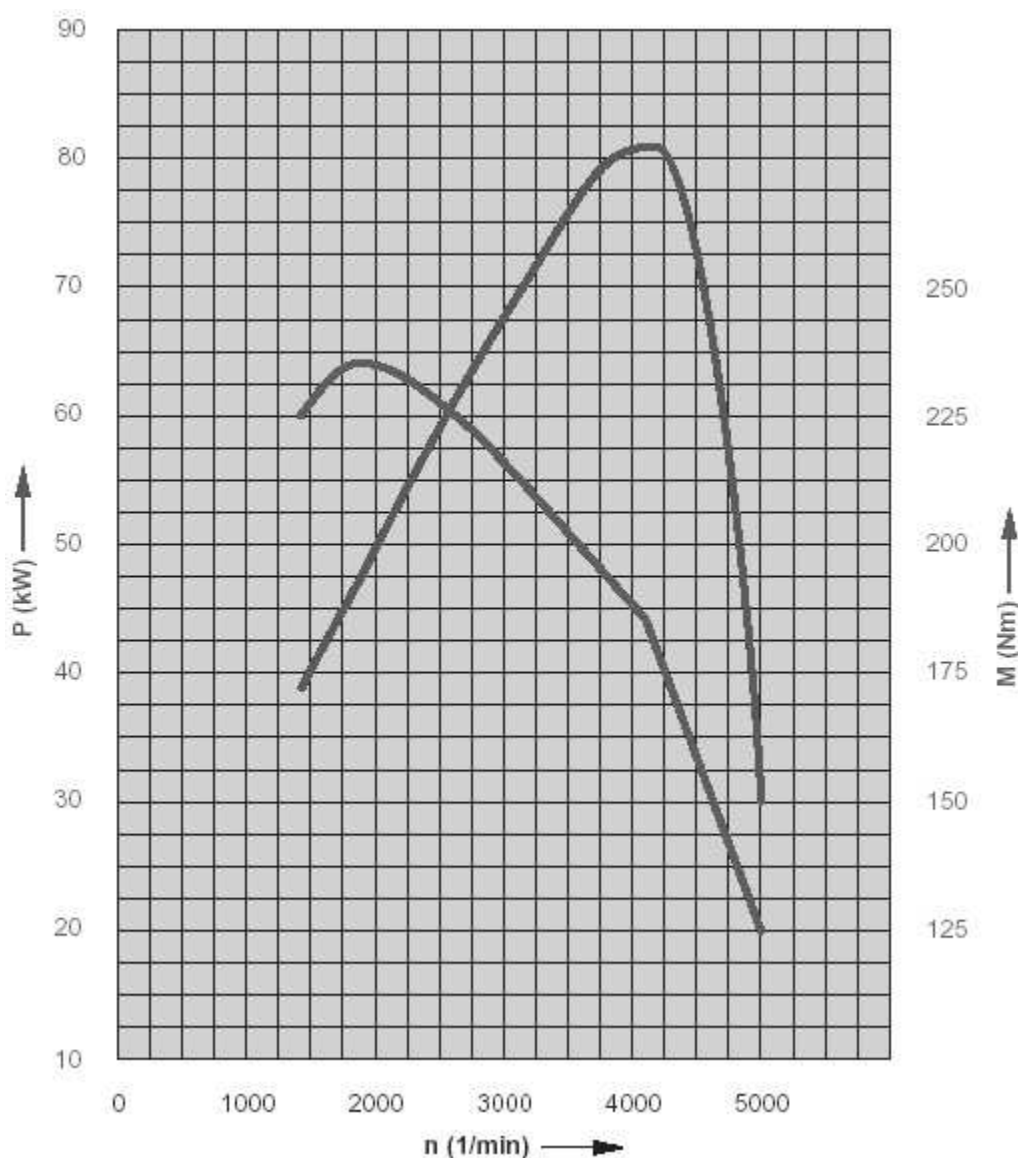
Zkušební stanice je vybavena dynamometrem od firmy Jaroš Brno. Jedná se o typ Power Tester 2PT 220 pro dvouosá vozidla s maximálním trvale brzděným výkonem 220 kW. Dynamometr pracuje pomocí softwaru Engine Brake ver. 4. 7. (© 1998).

Měření vnější otáčkové charakteristiky se sériovým nastavením řídicí jednotky

Před začátkem jakýchkoliv úprav je třeba zjistit v jakém stavu je motor s příslušenstvím daného vozidla. V případě nějakých závad nebo velkého opotřebení dílů (např. špatná komprese, vadný některý ze snímačů nebo akčních členů, vadné vstřikovače apod.) by byly veškeré úpravy bezpředmětné a měření by se stalo zbytečným. Pro základní kontrolu jsme použili diagnostický tester firmy Bosch KTS 650, který se připojil přes diagnostickou zásuvku v prostoru pod volantem k řídicí jednotce.

Diagnostika Bosch KTS 650

Zařízení pro diagnostiku elektronických systémů na bázi průmyslového PC. Provozní systém Windows XP, 518 MB RAM, 40 GB HDD. Osazen barevným TFT dotykovým displejem . Napájený z akumulátoru vozidla, síťového zdroje nebo vlastní baterií. Integrovaný dvoukanálový multimetr (přesnost naměřené hodnoty 1%) pro měření napětí (rozlišení 0,1 mV a rozsah 200 V), odporu (rozlišení 100 m Ω a rozsah 1 M Ω) a proudu (rozlišení 0,1 mA a rozsah 600 A) a dvoukanálový osciloskop (vzorkování 1x100 kHz nebo 2x50 kHz)pro měření napěťových a proudových signálů snímačů a akčních členů. Přípojky pro OBD vedení nebo univerzální adaptérové vedení.



Obr. č. 23: Vnější otáčková charakteristika motoru udávaná výrobcem [8]

V řídicí jednotce nebyla zapsána žádná chybová hlášení. Nejjednodušší varianta jak posoudit stav motoru je změřit jeho výkonovou a momentovou charakteristiku na válcovém dynamometru a porovnat ji s grafem od výrobce. Vozidlo bzlo na stanovišti válcového dynamometru zajištěno jedním kotvícím pásem vzadu a dvěma vpředu. Před vozidlo se ustavil externí ventilátor, který žene vzduch k chladiči chladící kapaliny a k mezichladiči stlačeného vzduchu, aby nedocházelo ke nepřiměřenému zvyšování teploty a lépe se nasimuloval stav jízdy.

Prvním důležitým parametrem je nastavení převodového poměru mezi motorem a válci dynamometru. K tomu je třeba znát přesné otáčky motoru. Ty jsme zjistili použitím diagnostiky Bosch KTS 650, jejíž modul byl připojen přes diagnostickou zásuvku a spojen se



Obr. č. 24: Ukotvení vozidla na měřícím stanovišti

poměr 0,621747. Otáčkový rozsah měření byl nastaven na $1500 \div 4500 \text{ min}^{-1}$. Bylo rozhodnuto rozdělit rozsah měření na šest bodů, aby nedošlo vlivem délky měření ke zkreslení výsledků v důsledku vzrůstající teploty motoru. Byla nastavena známá účinnost přenosu energie z motoru na kola (válce dynamometru) při zahrnutí pasivních odporů na 83 %. Toto nastavení bude shodné pro všechna měření.

stanicí pomocí rozhraní Bluetooth. Na monitoru se zobrazili přesné otáčky motoru. Vozidlo se rozjelo postupně až na pátý převodový stupeň a ve chvíli, kdy byly otáčky přesně 3000 min^{-1} se zaznamenaly otáčky válců dynamometru a z nich si software sám spočítal přesný převodový

základní parametry nastavení válcového dynamometru	
celkový převodový poměr	0,6217
počáteční otáčky měření	1500 min^{-1}
konečné otáčky měření	4500 min^{-1}
počet bodů měření	6
účinnost kola / motor	83 %

Tab. č. 2: Základní parametry nastavení válcového dynamometru

Byla změřena teplota vzduchu u nárazníku v místě před chladičem chladící kapaliny a atmosférický tlak. Tyto základní hodnoty byly zadány do softwaru. Ten si z nich spočítal korekční faktor dle normy DIN 70020. Tím se dokončili přípravy pro měření, které mohlo začít.

nastavení aktuálních hodnot pro měření	
teplota vzduchu	24 °C
atmosférický tlak vzduchu	98,1 kPa
korekční hodnota	1,0478

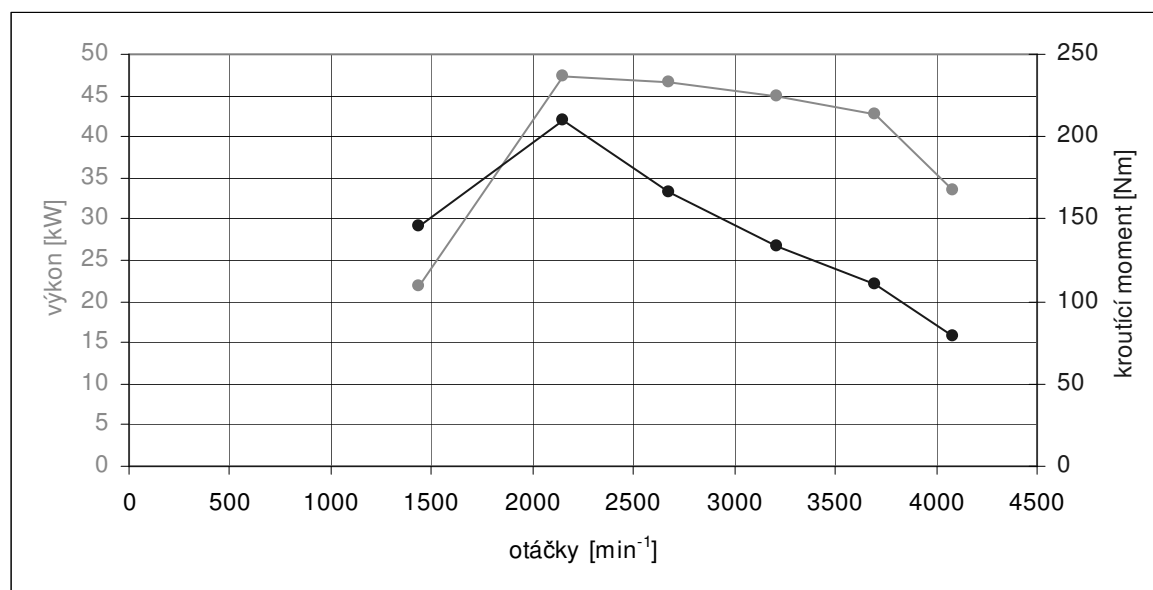
Tab. č. 3: Nastavení aktuálních parametrů pro měření

Vozidlo se rozjede na válcovém dynamometru postupně až na pátý převodový stupeň a v softwaru se spustí počátek měření. Poté software vyzve k maximální akceleraci a přibrzdí automaticky válce dle potřeby. Do grafu zaznamenává hodnoty, které je možné sledovat na monitoru na pracovišti obsluhy.

Výsledky měření č. 1.

otáčky motoru [min^{-1}]	výkon [kW]	výkon [k]	krouťící moment [Nm]
1440	21,92	29,40	145,43
2149	47,22	63,33	209,91
2679	46,59	62,47	166,10
3211	44,89	60,19	133,50
3695	42,61	57,13	110,12
4082	33,48	44,89	78,31

Tab. č. 4: První naměřené výsledky sériové verze



Graf. č. 1: Otáčková charakteristika s vadným snímačem množství vzduchu

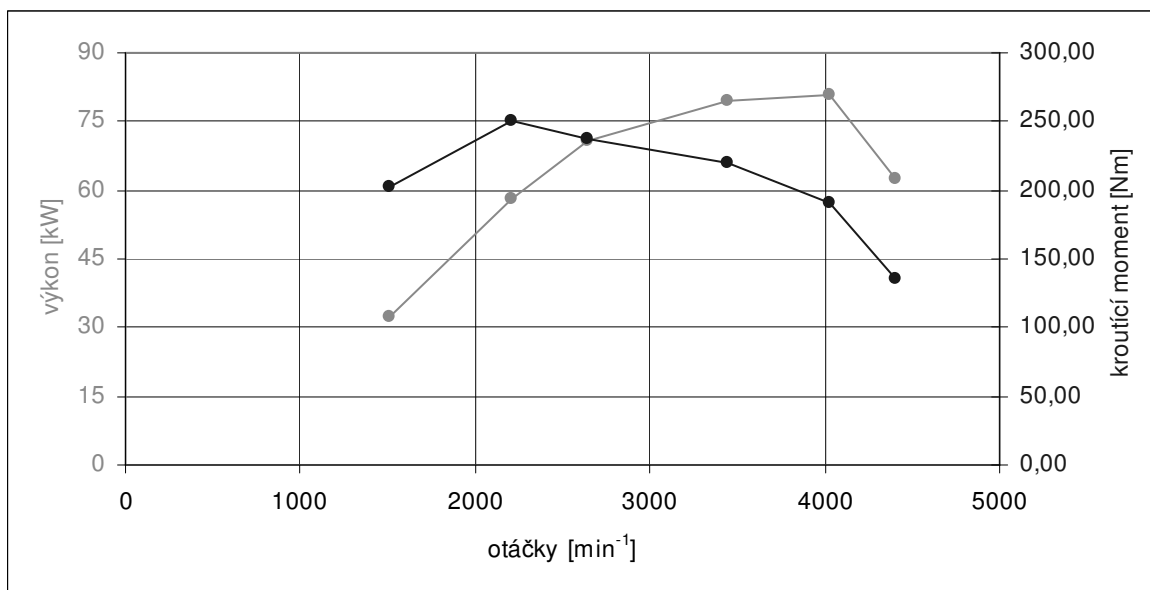
Naměřen byl maximální výkon 47,22 kW (tj. 58 % hodnoty udávané výrobcem) a maximální krouticí moment 209,91 Nm (tj. 89 % hodnoty udávané výrobcem).

Z výsledků je jasné, že na motoru je nějaká závada. Potvrdili se původní předpoklady z posledního chování testovaného vozu na vadný snímač hmotnosti vzduchu. Výrobcem předepsaná hodnota pro průtok vzduchu je $> 800 \text{ mg/zdvih}$ při otáčkách 3000 min^{-1} . Pro ověření hodnot, které vysílá snímač do řídicí jednotky se znovu připojila diagnostika Bosch KTS 650. Vozidlo se rozjelo postupně až na pátý převodový stupeň a při maximálním sešlápnutí akceleraátoru se v režimu přibrzd'ování válců brzdy ustálili otáčky motoru na 3000 min^{-1} a z monitoru diagnostiky KTS se odečetla hodnota 560 mg/z , kterou vykazoval snímač hmotnosti vzduchu. Tím se jasně prokázala jeho vada. Snímač byl tedy vyměněn za nový. Znovu byla kontrolně změřena hodnota průtoku vzduchu, která nyní vykazovala 810 mg/z , což odpovídá hodnotě, kterou udává výrobce. Měření výkonové charakteristiky se tedy zopakovalo, nyní s funkčním snímačem hmotnosti protékajícího vzduchu.

Výsledky měření č. 2.

otáčky motoru [min^{-1}]	výkon [kW]	výkon [k]	krouticí moment [Nm]
1513	32,18	42,16	202,18
2213	57,96	77,75	250,16
2642	70,70	94,81	237,55
3449	79,35	106,41	219,75
4024	80,61	108,14	191,35
4405	62,31	83,55	135,08

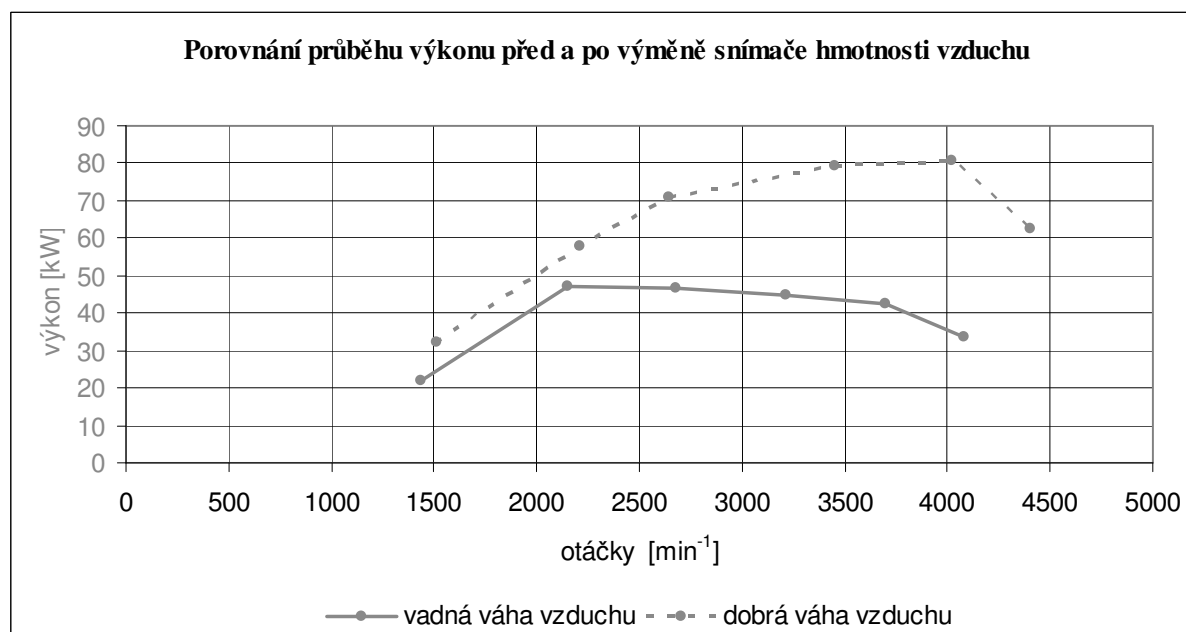
Tab. č. 5: Naměřené hodnoty sériového nastavení s funkčním snímačem hmotnosti vzduchu



Graf č. 2: Otáčková charakteristika po výměně vadného snímače množství vzduchu

Naměřen byl maximální výkon 80,64 kW (tj. 99% hodnoty udávané výrobcem) a maximální krouticí moment 250,18 Nm (tj. 106% hodnoty udávané výrobcem). Křivky průběhů výkonu a krouticího momentu jsou velmi podobné těm, které udává výrobce.

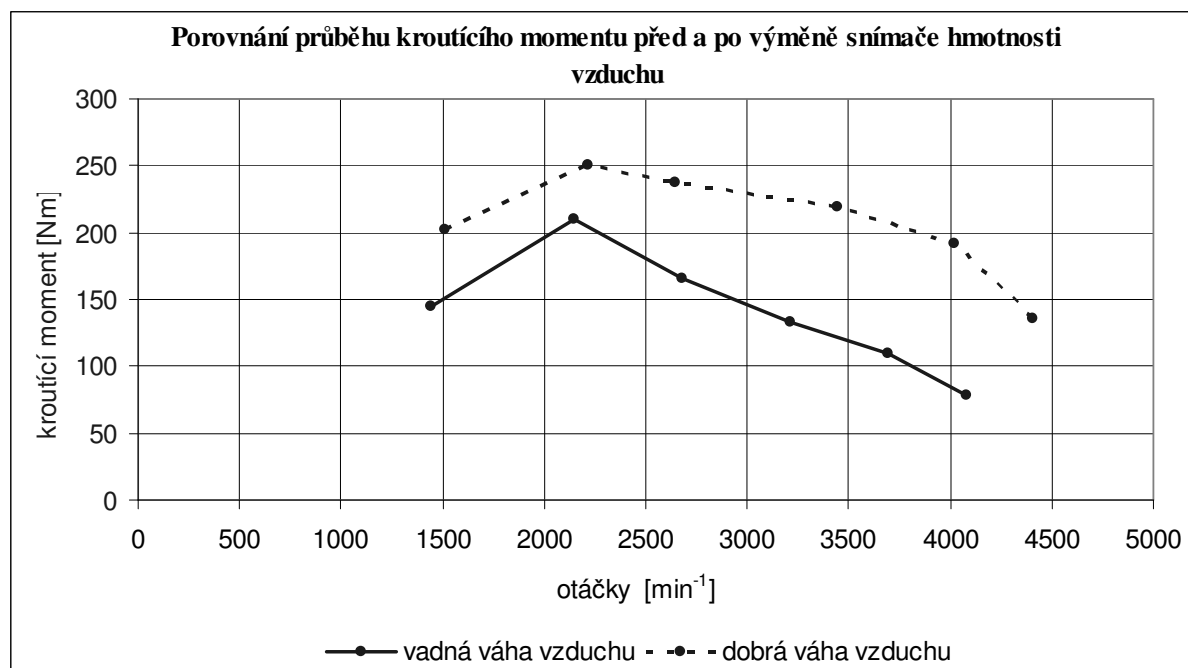
Pro jasnější představu o tom, jakou mírou ovlivňuje váha vzduchu, jako jeden ze snímačů v elektronickém systému vozu jeho výkon, jsou výsledky před výměnou a po výměně sjednoceny do jednoho grafu.



Graf č.3: Porovnání průběhu výkonu prvního a druhého měření

Z grafu porovnání výkonových křivek je patrný zhruba stejný počáteční nárůst výkonu. Od dvou tisíc otáček za minutu, začíná výkon motoru se zapojenou vadnou váhou vzduchu lehce klesat, zatímco s funkčním snímačem výkon stále roste. Při otáčkách 3000

min^{-1} , pro které je zároveň udávána výrobcem kontrolní hodnota průtoku, je rozdíl ve výkonech téměř dvojnásobný. Je to dáno tím, že snímač průtoku vzduchu špatně informuje řídící jednotku o průtočném množství a ta snižuje vstřikované množství paliva, aby nedocházelo ke spalování příliš bohaté směsi za vzniku nežádoucí kouřivosti.



Graf č. 4: Porovnání průběhu kroutícího momentu prvního a druhého měření

Z grafu č. 4 je patrné, že rozdíl hodnot kroutících momentů motoru vzrůstá s otáčkami motoru.

Nutno podotknout, že poruchy váhy vzduchu jsou u koncernových vozů VW velice častou závadou. Měřič hmotnosti vzduchu, tzv. váha vzduchu, je umístěna v sacím potrubí jako mezikus těsně před vzduchovým filtrem. Její výměna je velice jednoduchá, i laik ji zvládne během několika málo minut.

	max. výkon [kW]	max. kroutící moment [Nm]	nárůst po výměně
vozidlo s vadným snímačem hmotnosti vzduchu	47,22	209,91	70,70%
vozidlo s dobrým snímačem hmotnosti vzduchu	80,61	250,16	19,17%

Tab. č. 6: Procentuální rozdíl před a po odstranění

Software ECM 2001

Software pro elektronické ladění – chiptuning, který funguje jako překladač hexadecimálního kódu, je uložen v EPROM pamětech řídicí jednotky. Umožňuje v uživatelsky relativně srozumitelném prostředí upravovat datová pole z řídicích jednotek. Cena softwaru je 350.000 Kč. Následně je nutné hradit každý rok obnovovací poplatek, který zahrnuje aktualizaci nových podporovaných systémů řídicích jednotek v ceně 80.000 Kč.

Každá řídicí jednotka má své číslo čitelné na štítku umístěném na tělese jednotky, tj. v tomto případě 0281010182, které je spjaté s typem vozidla. Dále má číslo softwaru, který se mohl během doby výroby vozidla změnit i několikrát. Příkladem může být model vozidla, který se vyráběl několik let (např. šest) a v průběhu jeho výroby samozřejmě docházelo k drobným úpravám např. k rozšíření komfortní výbavy, změny některých mechanických komponent, ale hlavně samotné ladění softwarovými vývojovými pracovníky automobilky, kteří se snaží eliminovat nedostatky a vymýšlejí další vylepšení. Číslo softwaru upravované jednotky jsou 1037330933 u low paměti a 1037330934 u high paměti.

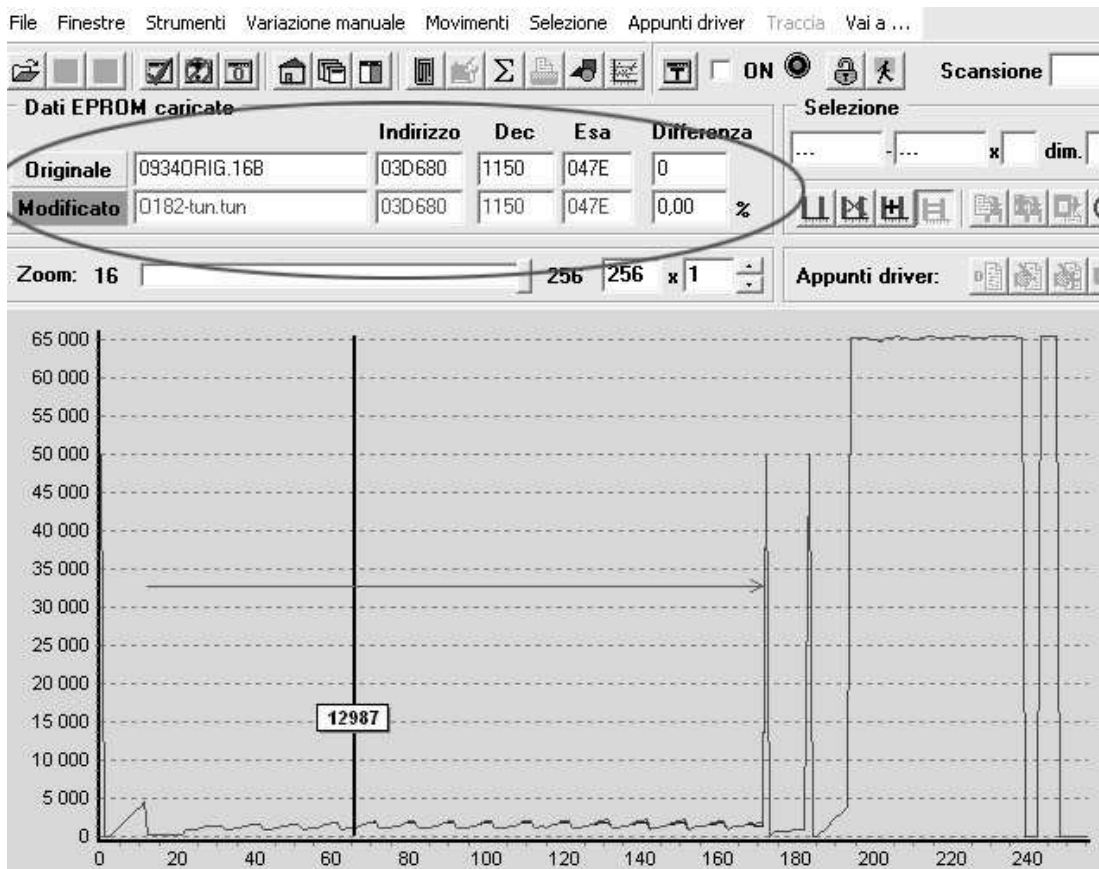
Na počátku úprav je nutné nejdříve načíst data z EPROM paměti z řídicí jednotky automobilu. U vybrané Octavie to znamená načíst dvě nepřepisovatelné paměti (low a high) o kapacitě 128 kB. Po načtení vznikly tedy dva 8 bitové soubory po 128 kB. S těmi se nedá pracovat samostatně, ale je nutné je spojit v jeden 16 bitový soubor o 256 kB. Toto umožňuje samotný program. Po provedení úprav v nově vzniklém 16 bitovém souboru

Porovnání obsahu	
F:\tuning\OCTAVIE\19tdi81\0281010182\09340RIG.16B	F:\tuning\OCTAVIE\19tdi81\0281010182\09340TUN.16B
Porovnat	Další rozdíl
Předchozí rozdíl	Písmo
Způsob úpravy	Kopírovat ->
Kopírovat <-	Zpět
<input type="checkbox"/> Rozlišovat velikost písmen <input checked="" type="checkbox"/> Binary <input type="checkbox"/> Ignor <input type="checkbox"/> Unicode <input type="checkbox"/> Ignor	
3D668: EA 03 24 04 60 04 B7 04 ã ¢ ~ ·	3D668: EA 03 24 04 60 04 B7 04 ã ¢ ~ ·
3D670: 86 05 0F 06 B6 06 D6 06 + ¢ Ů	3D670: 86 05 0F 06 B6 06 D6 06 + ¢ Ů
3D678: D6 06 EA 03 F4 03 39 04 Ů ã ¢ 9	3D678: D6 06 EA 03 F4 03 39 04 Ů ã ¢ 9
3D680: 7E 04 E0 04 A7 06 3F 07 ~ ã \$?	3D680: 7E 04 E0 04 A7 06 3F 07 ~ ã \$?
3D688: 3A 07 3A 07 3A 07 2C 04 : : : /	3D688: 3A 08 3A 08 3A 08 2C 04 : : : /
3D690: 32 04 6E 04 E4 04 FE 04 2 n ä þ	3D690: 32 04 6E 04 E4 04 FE 04 2 n ä þ
3D698: BB 05 70 06 9E 07 9E 07 » p ž ž	3D698: BB 06 70 07 9E 08 9E 08 » p ž ž
3D6A0: 9E 07 32 04 42 04 81 04 ž 2 B Ů	3D6A0: 9E 08 32 04 42 04 81 04 ž 2 B Ů
3D6A8: B9 04 12 05 C4 05 7B 06 º Ě í	3D6A8: B9 04 12 05 C4 06 7B 07 º Ě í
3D6B0: 9E 07 9E 07 9E 07 41 04 ž ž ž A	3D6B0: 9E 08 9E 08 9E 08 41 04 ž ž ž A
3D6B8: 56 04 81 04 AE 04 1C 05 V Ů ☉	3D6B8: 56 04 81 04 AE 04 1C 05 V Ů ☉
3D6C0: D6 05 86 06 9E 07 9E 07 Ů + ž ž	3D6C0: D6 06 86 07 9E 08 9E 08 Ů + ž ž
3D6C8: 9E 07 56 04 70 04 9E 04 ž V p ž	3D6C8: 9E 08 56 04 70 04 9E 04 ž V p ž
3D6D0: C2 04 30 05 DE 05 90 06 Ě O P Ů	3D6D0: C2 04 30 05 DE 06 90 07 Ě O P Ů
3D6D8: 9E 07 9E 07 9E 07 54 04 ž ž ž T	3D6D8: 9E 08 9E 08 9E 08 54 04 ž ž ž T
3D6E0: 8E 04 09 05 DF 04 60 05 < ¢ ¨	3D6E0: 8B 04 09 05 DF 04 60 05 < ¢ ¨
3D6E8: FC 05 99 06 9E 07 9E 07 Ů ¨ ž ž	3D6E8: FC 06 99 07 9E 08 9E 08 Ů ¨ ž ž
3D6F0: 9E 07 7C 04 7D 04 9E 04 ž } ž	3D6F0: 9E 08 7C 04 7D 04 9E 04 ž } ž
3D6F8: 10 05 88 05 10 06 A2 06 ^ ^ <	3D6F8: 10 05 88 05 10 07 A2 07 ^ ^ <
3D700: 9E 07 9E 07 9E 07 D0 04 ž ž ž D	3D700: 9E 08 9E 08 9E 08 D0 04 ž ž ž D
3D708: AD 04 ED 04 37 05 AE 05 - í 7 ☉	3D708: AD 04 ED 04 37 05 AE 05 - í 7 ☉
3D710: 2C 06 A2 06 9E 07 9E 07 , c ž ž	3D710: 2C 07 A2 07 9E 08 9E 08 , c ž ž
3D718: 9E 07 02 04 74 04 E6 04 ž ¨ t æ	3D718: 9E 08 02 04 74 04 E6 04 ž ¨ t æ
3D720: 4B 05 C1 05 35 06 AC 06 K Ě 5 -	3D720: 4B 05 C1 05 35 07 AC 07 K Ě 5 -
3D728: 2B 07 7A 07 7A 07 0F 04 + z z	3D728: 2B 08 7A 08 7A 08 0F 04 + z z
3D730: 6F 04 FE 04 68 05 CA 05 o þ h Ě	3D730: 6F 04 FE 04 68 05 CA 05 o þ h Ě
3D738: 40 06 AC 06 B6 06 0E 07 @ - ¢	3D738: 40 07 AC 07 B6 07 0E 08 @ - ¢
3D740: 0E 07 12 04 78 04 0A 05 Ů ¨ x	3D740: 0E 08 12 04 78 04 0A 05 Ů ¨ x
3D748: 7C 05 D4 05 36 06 85 06 Ů ¨ x	3D748: 7C 05 D4 05 36 07 85 07 Ů ¨ x
3D750: DC 05 DC 05 DC 05 64 C2 Ů Ů Ů dĚ	3D750: DC 06 DC 06 DC 06 64 C2 Ů Ů Ů dĚ
3D758: 09 00 72 02 A4 02 CE 02 r ¨ E	3D758: 09 00 72 02 A4 02 CE 02 r ¨ E
3D760: F8 02 25 03 5C 03 8D 03 ¨ ¨ \ Ů	3D760: F8 02 25 03 5C 03 8D 03 ¨ ¨ \ Ů
3D768: C4 03 00 04 54 C3 09 00 Ě TĚ	3D768: C4 03 00 04 54 C3 09 00 Ě TĚ
3D770: 00 00 F4 01 E8 03 DC 05 ¢ ¨ Ů	3D770: 00 00 F4 01 E8 03 DC 05 ¢ ¨ Ů

Obr. č. 25: Zobrazení dat v hexadecimálním kódu

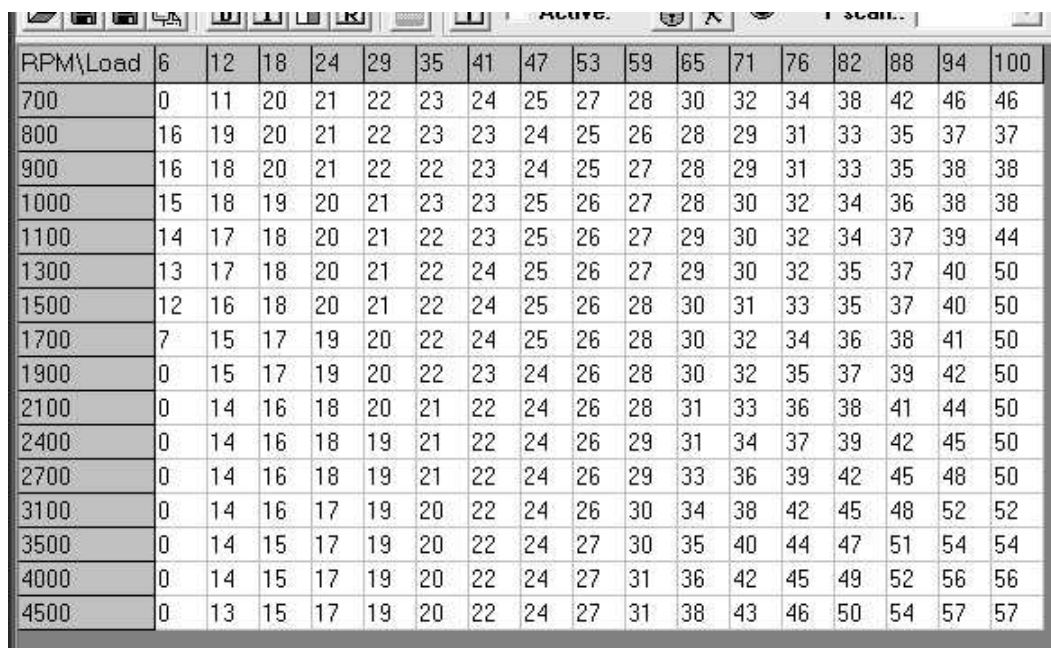
musí být soubor opět rozdělen na dva samostatné a nahrán do paměti v externím programátoru.

Data z řídicí jednotky mají podobu kódu, který sám o sobě nemá vypovídací schopnost. Na obrázku č. 25 jsou kódovaná data vidět. Je to několik tisíc řádků, přičemž první údaj je adresa a za ní následují hodnoty. Na obrázku č. 24 je s pomocí programu Windows Total Commander zobrazeno porovnání původních a změněných dat. Červeným písmem jsou zobrazeny změněné hodnoty. V levém sloupci původní hodnota a v pravém nová navýšená či ponížená hodnota. Červeně orámovaná je pak oblast jedné mapy, která byla změněna. Mapy jednotlivých úprav se v celkovém souboru několikrát opakují. Např. mapa pro plnicí tlak turbodmychadla se opakuje 16krát. Toto je tak naprogramováno z důvodu různých provozních podmínek. Největším problémem je u přepřínování dynamické proudění vzduchu a paliva, které je při chodu motoru běžné. Aby neměl motor nepravidelný „houpavý“ chod, jsou naprogramovány různé režimy, které eliminují vliv těchto pulzací. Těch je v datech několik a díky driverům, které jsou doslova alfou a omegou úprav, je možné je změnit. V ECM 2001 se však zobrazí jen jedna mapa turbodmychadla a ostatní se mění podle stejného kritéria, které je použité pro přístupnou mapu. Dalším určující parametrem může být například nadmořská výška. Je tedy dán krok 25 kPa od 800 do 1200 kPa a pro každý atmosférický tlak je



Obr. č. 26: 2D grafické zobrazení úprav program ECM 2001

naprogramována jedna mapa. Teoreticky by stačilo upravit tedy pouze jednu mapu, protože se v ČR bude atmosférický tlak pohybovat v malém rozmezí, ale k tomu by bylo třeba znát přesně její pozici. Tu ovšem není možné zjistit. Je ale jasné, že nebude úprava optimální pro všechny nadmořské výšky. Při vysokohorském provozu může být změna, kterou provedeme neznatelná. Na obr. č. 25 je červeně zakroužkován popis mapy. Pokud se pozorně podíváme, je zřejmé, že adresa 03D680 je stejná jako je na obr. č. 25 v části počátku změn. Políčka za adresou udávají hodnoty počátku a konce a za nimi je umístěno pole s procentuelním nárůstem. Vertikální černá čára v grafu je vlastně kurzor, který nám umožňuje přesouvat se v souboru a v místě změn vyčíst adresu a procentuální nárůsty úprav. Z obr. č. 26: „V místě změny mapy je nárůst upravované verze vůči původní 0 %“. Červená křivka grafu je průběh po úpravě. Překrývá modrou křivku původního průběhu a v místech nárůstu se pak křivky rozdělují a jasně zobrazují diferencii. Tyto nárůstky je možné zobrazit v tabulkách, jak bude popsáno níže. Program tedy umožňuje vidět průběh veličiny ve srozumitelném 2D grafu. Samozřejmě je k dispozici i 3D grafické zobrazení, ale vzhledem k velmi malým nárůstkům je toto zobrazení nevýrazné a nic neříkající.

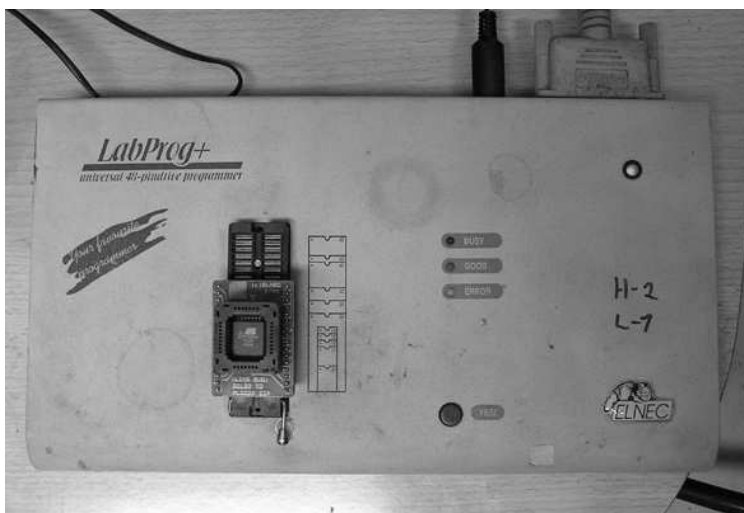


RPM\Load	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59	65	71	76	82	88	94	100
700	0	11	20	21	22	23	24	25	27	28	30	32	34	38	42	46	46
800	16	19	20	21	22	23	23	24	25	26	28	29	31	33	35	37	37
900	16	18	20	21	22	22	23	24	25	27	28	29	31	33	35	38	38
1000	15	18	19	20	21	23	23	25	26	27	28	30	32	34	36	38	38
1100	14	17	18	20	21	22	23	25	26	27	29	30	32	34	37	39	44
1300	13	17	18	20	21	22	24	25	26	27	29	30	32	35	37	40	50
1500	12	16	18	20	21	22	24	25	26	28	30	31	33	35	37	40	50
1700	7	15	17	19	20	22	24	25	26	28	30	32	34	36	38	41	50
1900	0	15	17	19	20	22	23	24	26	28	30	32	35	37	39	42	50
2100	0	14	16	18	20	21	22	24	26	28	31	33	36	38	41	44	50
2400	0	14	16	18	19	21	22	24	26	29	31	34	37	39	42	45	50
2700	0	14	16	18	19	21	22	24	26	29	33	36	39	42	45	48	50
3100	0	14	16	17	19	20	22	24	26	30	34	38	42	45	48	52	52
3500	0	14	15	17	19	20	22	24	27	30	35	40	44	47	51	54	54
4000	0	14	15	17	19	20	22	24	27	31	36	42	45	49	52	56	56
4500	0	13	15	17	19	20	22	24	27	31	38	43	46	50	54	57	57

Obr. č. 27: Data vstřikovaného množství v tabulce programu ECM 2001

Obr. č. 27 ukazuje tabulkově zpracovaná data pro vstřikované množství paliva. Ve svislé ose je závislost na otáčkách motoru a ve vodorovné závislost na zatížení. Hodnoty mapy je lépe pro jasnější představu přepočítat. Číslo totiž neznačí vstřikované množství např. v miligramech na zdvih, ale jen srovnávací hodnotu. Např. pro začátek na 800 ot/min a zatížení 6 procent, je v tabulce uvedena hodnota 16. Pomocí diagnostiky by bylo možné odečíst skutečně vstřikované množství paliva při volnoběhu (nebo hodnotu zjistit v manuálu

čí dílenské příručky k automobilu), které bude např. 10 mg/z. Maximální hodnota vstřikovaného množství je pak z tabulky 67 což ve skutečnosti bude 41.875 mg/z. Při otáčkách 700 min⁻¹ je při nulovém a 6% zatížení hodnota vstřikované dávky 0. Motor by se



Obr. č. 28: Externí programátor

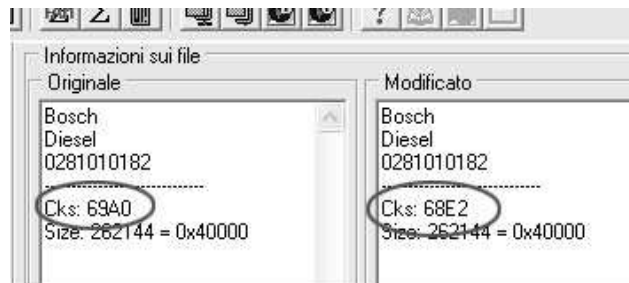
neměl do takového režimu dostat, respektive by došlo k jeho zhasnutí. Naopak se vzrůstajícím zatížením při stejných otáčkách se vstřikovaná dávka zvyšuje. Motor by byl v takovém režimu podtočený a zvýšením dávky paliva se ho snaží řídicí jednotka dostat do režimu vyšších otáček, aby nezhasnul. Nejednodušší

orientace při úpravách je v programem přednastavených datových polích. Najde se režim, při kterém je potřeba změnit stávající hodnoty a jednoduše se přepíše. V ideálním případě by pak musela následovat kontrola provedené změny v automobilu nasimulováním jízdního režimu a změřením na válcovém dynamometru. To je ovšem v praxi téměř nesplnitelné. V případě změn na starých typech řídicích jednotek (jako je ta v této práci upravovaná) by to znamenalo po každé změně naprogramování paměti v externím programátoru (obr. 28), čímž se paměť stává dále nepoužitelnou a pro další kontrolu by se musela použít paměť nová. Dalším argumentem je vysoká náročnost na vybavení (válcovým dynamometrem apod.). Úpravy je možné provádět i přímo v grafech „vytažením“ křivky na požadovanou hodnotu, ale pro svou nižší přehlednost je tato varianta určena spíše pro zkušené uživatele.

Software umožňuje úpravu několika základních map, které jsou implicitně přednastaveny. Ty mají přímý vliv při úpravě motoru na zvýšení výkonu a kroutícího momentu. Jsou to:

- úprava omezovače kroutícího momentu
- úprava průběhu turbodmychadla
- změna rychlosti reakce akcelérátoru
- dávka paliva při maximálním zatížení
- dávka paliva při částečném zatížení
- předvstřík paliva

V neposlední řadě je důležitý fakt, že software automaticky vypočte „checksum“, tedy kontrolní součet na základě provedených úprav, bez něhož by provedené změny nebyly vůbec řídicí jednotkou akceptovány (na obrázku 28 jsou zakroužkovány kontrolní součty originálu vlevo a modifikované jednotky vlevo).

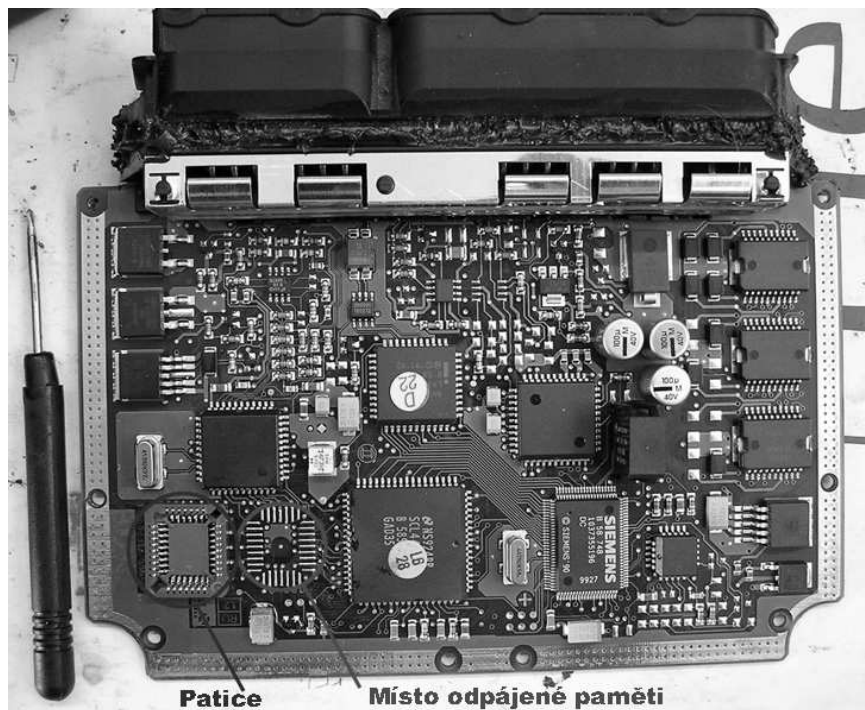


Ve zvoleném případě byl prověřen vliv jednotlivých úprav (mimo předvstřiku paliva), provedených samostatně a celková úprava na závěr.

Obr. č. 29: Kontrolní součty- Chechsum

Příprava řídicí jednotky a měření provedených úprav

U testovaného vozidla výrobce použil dnes již starý typ řídicí jednotky s nepřepisovatelným typem paměti EPROM. Výhodou byla a je samozřejmě cena pamětí (dnes je 60,- Kč), ale i původní předpoklad, že nebude třeba data v paměti měnit. S rozvojem



Obr. č. 29: Řídicí jednotka motoru, místa pájení pamětí a patice

doby se ukázalo, že naopak nemálo zákazníků touží po zvýšení jízdních výkonů svého vozu a i za cenu ztráty záruky od výrobce k takovým úpravám přistupují. Na druhou stranu je také nutno podotknout, že i pro výrobce může mít přepisovatelná paměť výhodu. U Octavie se vyskytla v jedné sérii v roce 2001 softwarová chyba, kdy vozidla startovala při zahřátém motoru až na páté „otočení“ motoru. V případě přepisovatelných pamětí by napravení bylo v celku jednoduchým úkolem, který by mohly provádět autorizované servisy v rámci záruky. S použitím diagnostické zásuvky by to trvalo jen několik minut.

V řídicí jednotce jsou použity dvě paměti o kapacitě 128 kB. Nejdříve se počítalo s odpájením originálních pamětí a napájením patice, ve které by se poté při každé změně varianty jen vyměnili paměti.

Bohužel konstrukce a materiál patice tento původní záměr překazily. Při pájení nebylo kvůli plastovému rámu patice vidět, zda jsou piny přesně umístěny na desce plošných spojů řídicí jednotky. Několikrát se řídicí jednotka odzkoušela namontovaná

doby se ukázalo, že naopak nemálo zákazníků touží po zvýšení jízdních výkonů svého vozu a i za cenu ztráty záruky od výrobce k takovým úpravám přistupují. Na druhou stranu je také nutno podotknout, že i pro výrobce může mít přepisovatelná paměť výhodu. U Octavie se vyskytla v jedné sérii

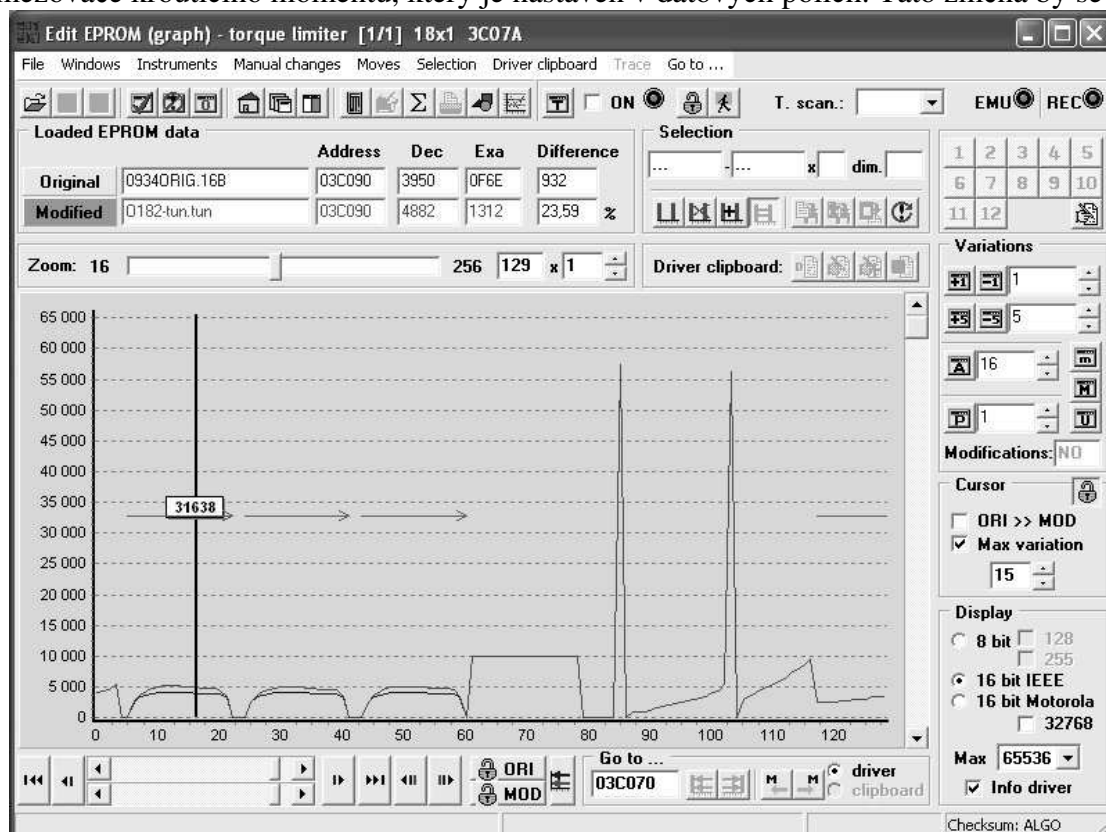


Obr. č. 30: Horkovzdušná pájka

v automobilu, nikdy ale nedošlo k rozsvícení kontrolního světla (žhavení a závad) na palubní desce. To byl jasný důkaz toho, že paměti nejsou s řídicí jednotkou spojeny. Hlavním důvodem nezdaru byl plastový materiál patice, který se při pájení roztékal, díky čemuž nebylo možné patici nahřát plošně a lépe ji pak umístit na desku. Po několika nezdařených pokusech, se uvažovalo, zda nemůže být i špatný kontakt mezi paticí a nacvaknutou pamětí. Přistoupilo se tedy k druhé možnosti. Každá varianta pamětí se pájela přímo na desku plošných spojů. Oproti původním předpokladům se ukázalo, že je to v podstatě rychlá metoda. Hlavně díky tomu, že paměť je možné nahřát plošně, což je proti pájení jednotlivých pinů (jedna paměť jich má 32) o poznání rychlejší. Ve chvíli, kdy je deska v místě paměti prohřáta se velice jednoduše upraví přesně pozice paměti, aby všechny piny byli v místě kontaktu. Pro pájení byla použita horkovzdušná stolní pájka od firmy Green Tools typ 21TS.

Změna nastavení omezovače kroutícího momentu motoru úprava č- 5

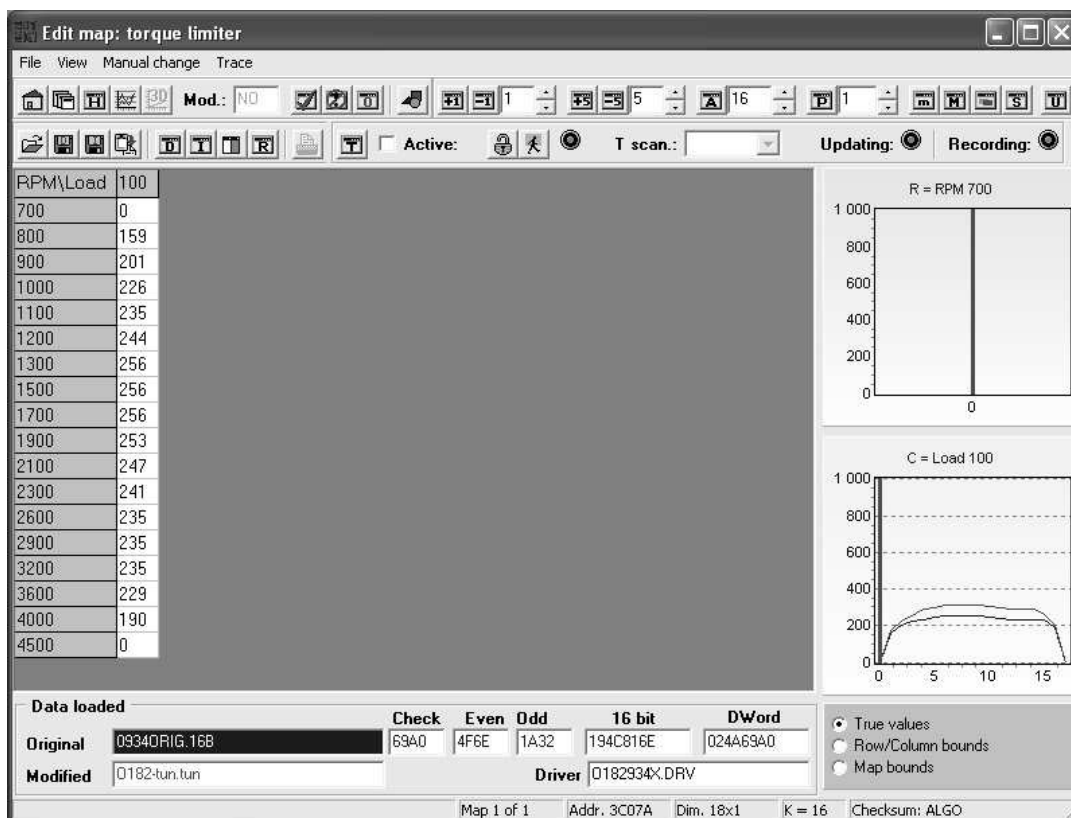
Základním změnou před jakoukoli úpravou je odstranění, respektive zvýšení hodnot omezovače kroutícího momentu, který je nastaven v datových polích. Tato změna by se



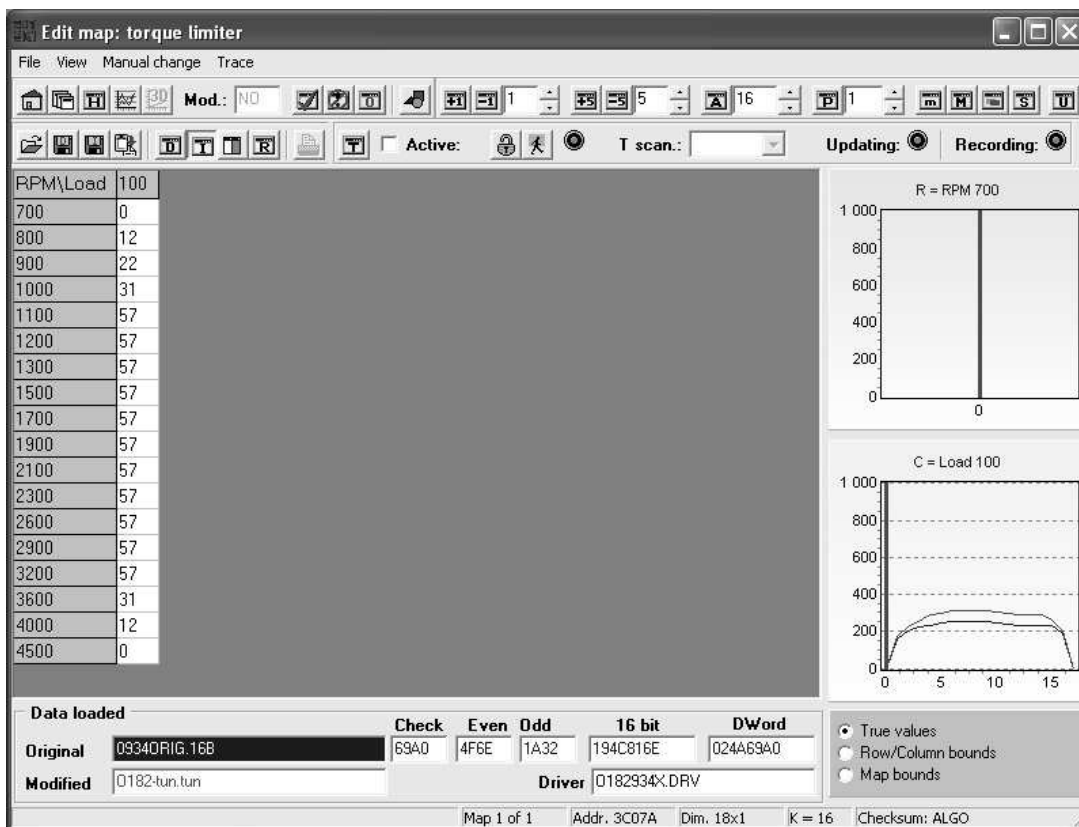
Obr. č. 31: průběh omezovače kroutícího momentu

teoreticky měla projevit pouze v případě, že motor za sériové konfigurace nastavení řídicí jednotky i mechanických komponent bude schopen vyššího kroutícího momentu. Na obr.

č. 31 je obrazovka průběhů omezovače v 2D grafu, kde modrá křivka znázorňuje průběh kroutícího momentu sériové verze a červená značí průběh po navýšení.



Obr. č. 32: Původní nastavení omezovače kroutícího momentu



Obr. č. 33: Hodnoty navýšení omezovače kroutícího momentu

Ze screenshotu obrazovky jsou na obr. č. 32 hodnoty původně nastavené v datových polích v rozměru 18x1 a na obr. č. 33 hodnoty nárůstu. Nemělo by smysl nastavovat plošné zvýšení omezovače o stejné procento. Pod hranicí volnoběžných otáček motoru není žádoucí žádný krouticí moment a stejně tak na hranici maximálních otáček, kdy je omezovač pojistkou proti zničení motoru. Z otáčkové charakteristiky motoru je jasně patrný počátek rychlého nárůstu krouticího momentu v oblasti 1500 min^{-1} . Maximální krouticí moment je k dispozici okolo 2000 min^{-1} , kdy se začíná zvolna snižovat až ke 4000 min^{-1} . Dále krouticí moment klesá prudčeji. Procentuální nárůst hodnoty omezovače tedy kopíruje původní křivku. V tabulce č 7 jsou spočteny nárůsty v procentech z původních hodnot.

otáčky [min^{-1}]	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1500	1700
nárůstek [%]	0	7,55	10,95	13,72	24,26	23,36	22,27	22,27	22,27
otáčky [min^{-1}]	1900	2100	2300	2600	2900	3200	3600	4000	4500
nárůstek [%]	22,53	23,08	23,65	24,26	24,26	24,26	13,54	6,32	0,00

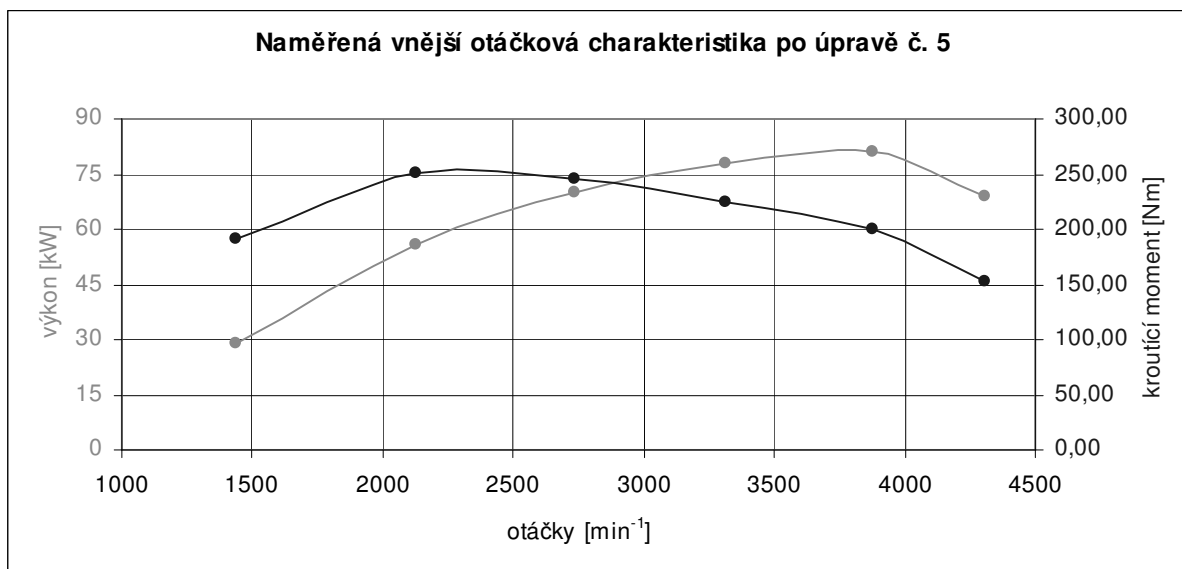
Tab. č. 7: Procentuální nárůst změn nastavení omezovače krouticího momentu

V levé části obrázku č. 32 a č. 33 jsou zobrazeny dva menší grafy, z nichž v horním je možné zobrazit průběh libovolného řádku otáček motoru. V případě úprav omezovače pouze jednu hodnotu, tedy konstantu. Ve spodním je možné zobrazit průběh hodnot libovolného sloupce, tj. zatížení. V tomto případě se upravovalo jen při zatížení 100 %, k dispozici je tedy pouze jeden graf. Pro oba dva grafy znovu platí, že červený je průběh po úpravě a modrý před ní.

Naměřené hodnoty po úpravě omezovače krouticího momentu

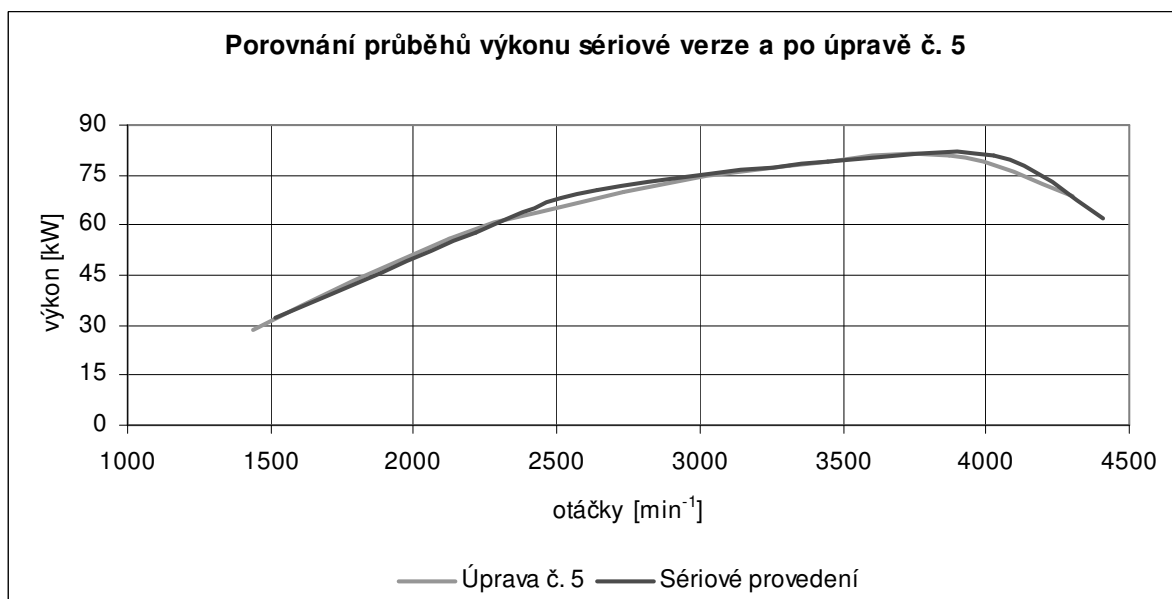
otáčky motoru [min^{-1}]	výkon [kW]	výkon [k]	krouticí moment [Nm]
1441	28,76	38,57	190,57
2125	56,01	75,12	251,74
2735	70,19	94,13	245,08
3313	77,90	101,46	224,56
3874	81,17	108,85	200,11
4305	68,80	92,26	152,63

Tab. č. 8: Naměřené hodnoty po úpravě omezovače krouticího momentu



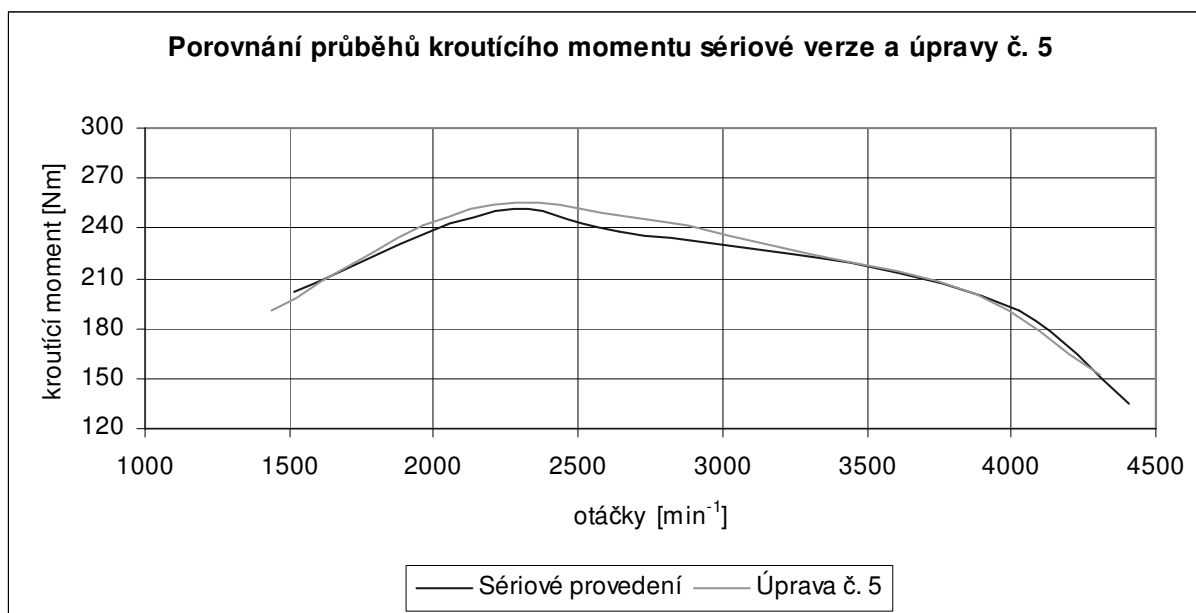
Graf č.5: Průběh vnější otáčkové charakteristiky

Z tab. č. 8 naměřených hodnot na válcovém dynamometru je patrné, jak se provedená změna projevila. Hodnota maximálního kroučícího momentu se posunula na hodnotu 251,74 Nm. Proti změřenému průběhu se sériově nastaveným omezovačem došlo k nárůstu o 0.6 %. Tato hodnota by měla být přičtena chybě vyvolané vlivem rozdílných teplot motoru u obou měření a pak lze konstatovat, že omezovač nastavený výrobcem nijak neovlivňuje maximální kroučící moment, který je motor v této chvíli schopen vyvinout.



Graf č.6: Porovnání naměřeného výkonu se sériovou verzí

Křivky v grafu č. 6 dokazují, že průběhy výkonu před a po změně jsou téměř totožné. V souladu s tím je maximální dosažená hodnota výkonu, která se liší o 0,5 kW což představuje odchylku 0,6 % a jde tedy o chybu měření.

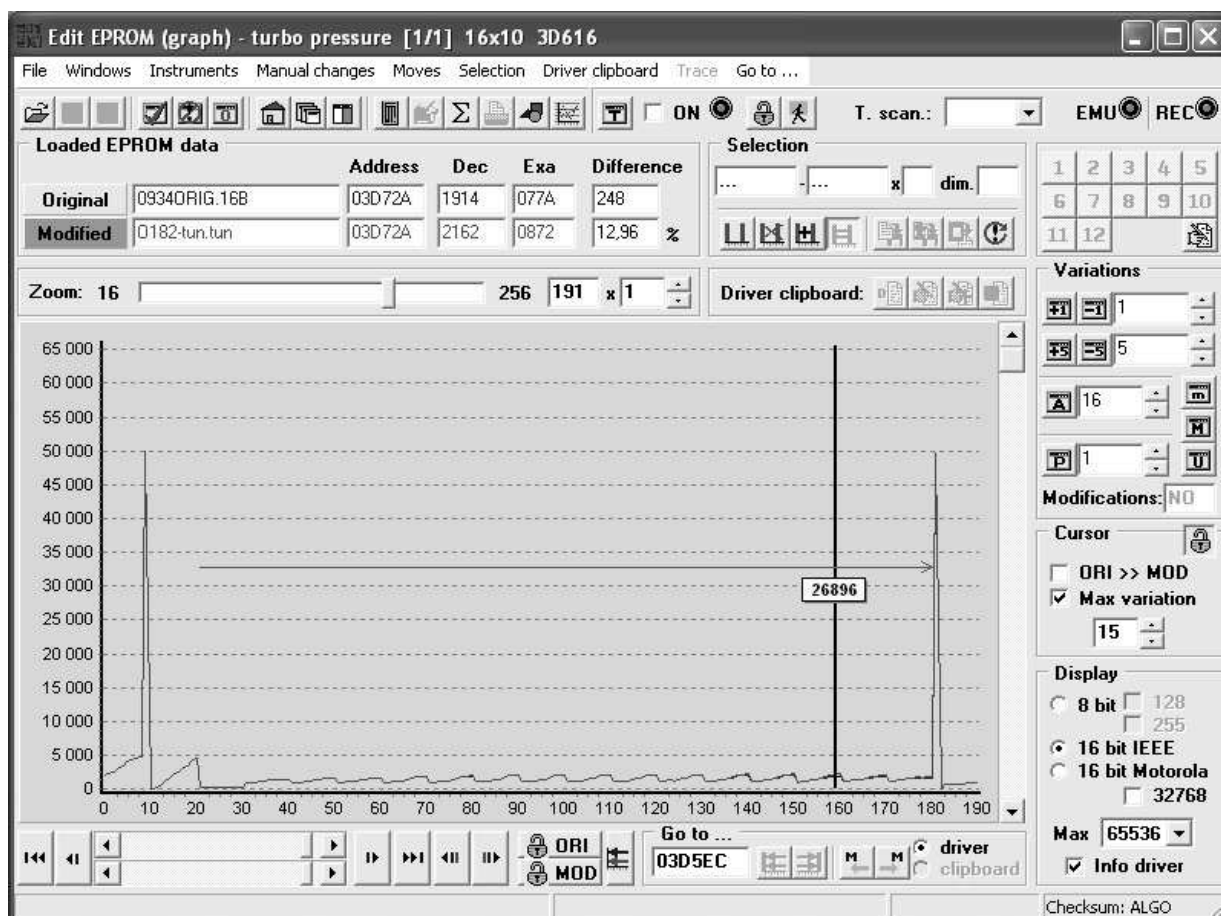


Graf č.7: Porovnání naměřeného kroutícího momentu se sériovou verzí

Z grafu č. 7, kde je porovnán celý průběh kroutících momentů, lze pozorovat navýšení a vyrovnaní křivky kroutícího momentu po úpravě v oblasti středních otáček. Nejmarkantněji je tato změna pozorovatelná v rozmezí 2500 až 3000 min^{-1} .

Změna průběhu tlaku turbodmychadla úprava č. 4

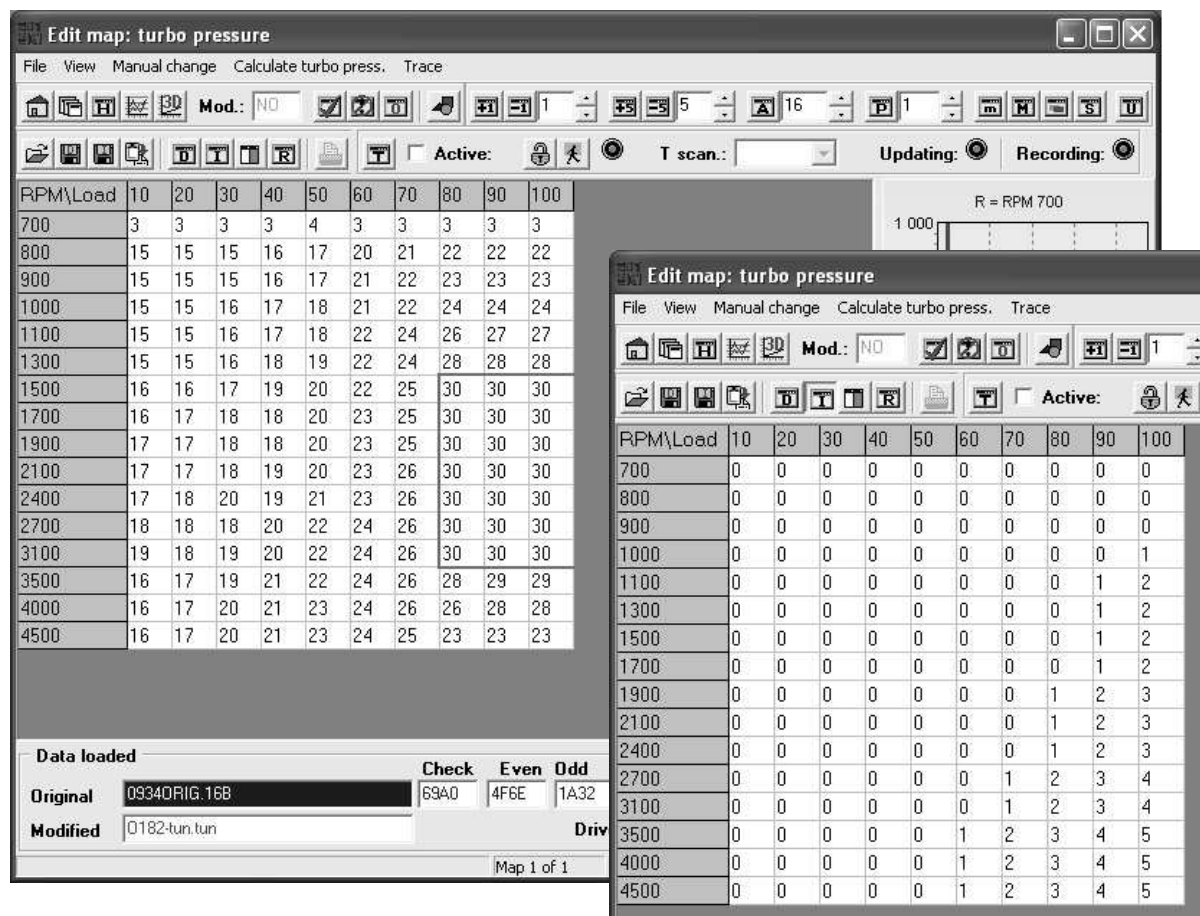
Jednou z nejpodstatnějších úprav je změna mapy tlaku turbodmychadla. Pro zvýšení výkonu motoru, které se provádí cestou zvýšení dávek paliva, je nutný dostatek vzduchu ke spálení směsi. Rozměr mapy tlaku turbodmychadla je 16 x 10, přičemž otáčkové pole je rozděleno na 16 intervalů a zatížení motoru do 10. Rozměr mapy turbodmychadla dává najevo její důležitost a definuje hodnotu tlaku pro 160 různých stavů motoru.



Obr. č. 34: Průběh tlaku turbodmychadla

Z obrázku č. 34, který vykresluje průběh tlaku turbodmychadla do grafu, je patrná velikost mapy (souboru). Tu přesně vymezuje modrá horizontální šipka. Je vidět šestnáct oblouků, které jsou obrazem šestnácti otáčkových režimů. Jejich číselné hodnoty jsou lépe porovnatelné z tabulky původních hodnot na obrázku č. 35, do kterého je vložen obrázek č. 36 s nárůstkou. Úpravy tlaku turbodmychadla byly tvořeny s ohledem na zvýšení výkonu. Ten dle vnější otáčkové charakteristiky výrobce dosahuje maximální hodnoty 81,00 kW při 4150 min⁻¹. Výsledek z prvních měření sériového nastavení 80,61 kW při 4024 min⁻¹ potvrzuje, že

výkon kulminuje za hranicí čtyř tisíc otáček při maximálním stlačení akcelérátoru. Největší procentuální navýšení bylo tedy navrženo do této provozní oblasti.



Obr. č. 35 a 36: Datová pole s původním nastavením tlaku turbodmychadla a nárůstků úpravy

otáčky [min^{-1}]	zatížení [%]				
	60	70	80	90	100
700	3	3	3	3	3
800	20	21	22	22	22
900	21	22	23	23	23
1000	21	22	24	24	25
1100	22	24	26	28	29
1300	22	24	28	29	30
1500	22	25	30	31	32
1700	23	25	30	31	32
1900	23	25	31	32	33
2100	23	26	31	32	33
2400	23	26	31	32	33
2700	24	27	32	33	34
3100	24	27	32	33	34
3500	25	28	31	33	34
4000	25	28	29	32	33
4500	25	27	26	27	28

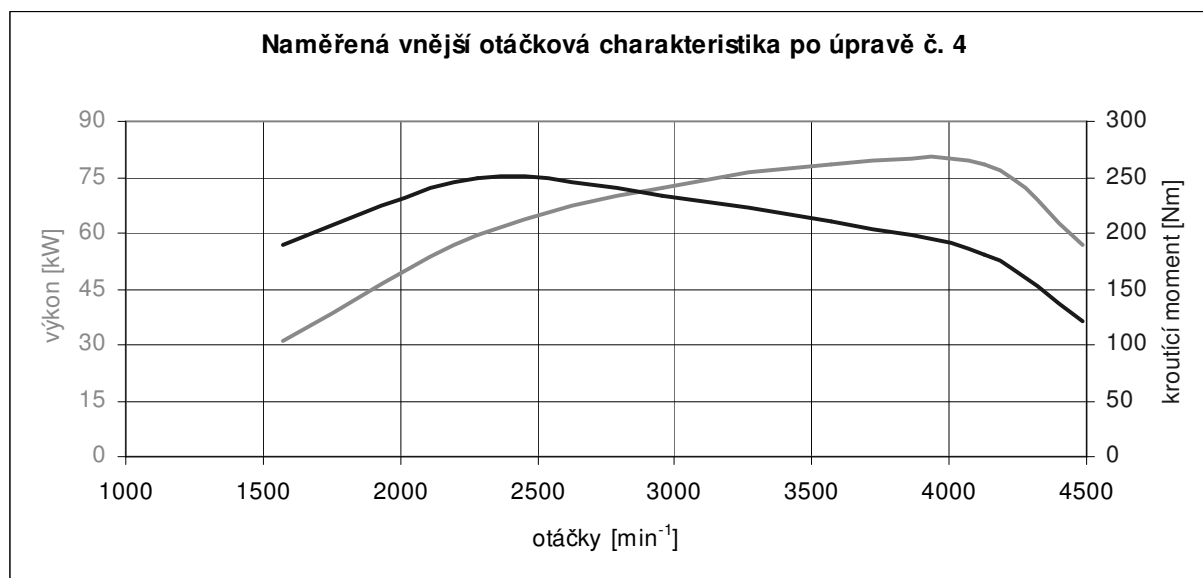
Tab. č. 9: Rozšíření pole maximální tlaku turbodmychadla

V tabulce původních hodnot je červeně označena oblast od 1500 do 3100 min^{-1} při 80% zatížení, ve které turbodmychadlo plní spalovací prostor maximálním tlakem. Přičteme-li nárůstky po úpravě, rozšiřuje se nám oblast využití maximálního tlaku do širšího otáčkového spektra. To je vyznačeno barevně v tabulce č. 9. Rozsah se rozšířil na rozmezí od 1300 min^{-1} do 4000 min^{-1} a zároveň došlo k navýšení plnicí tlaku.

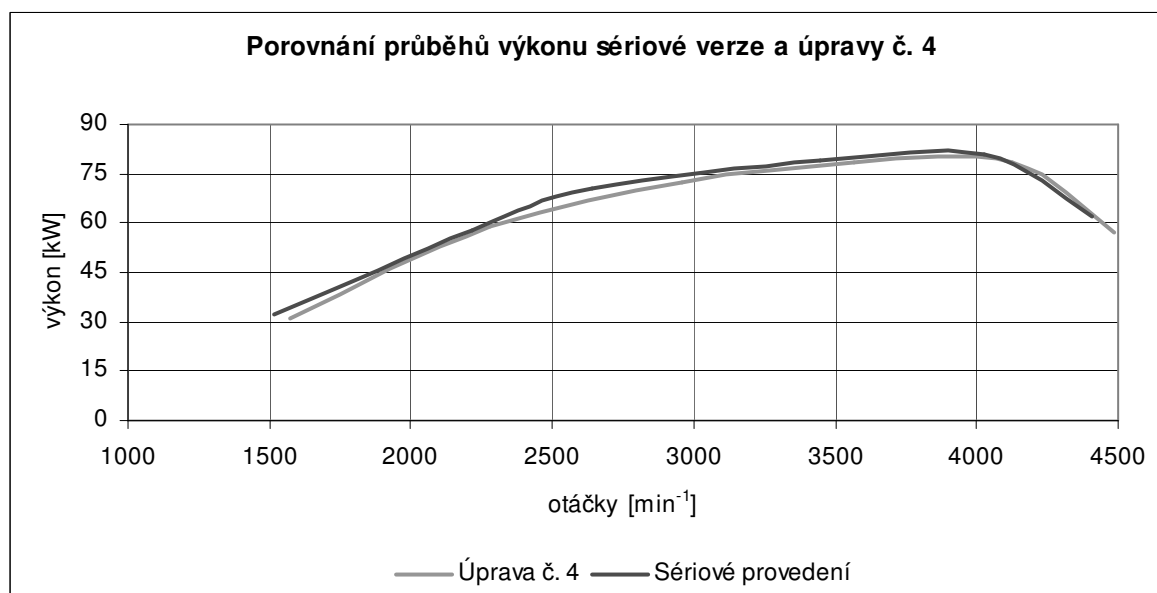
Naměřené hodnoty po úpravě tlaku turbodmychadla

otáčky motoru [min^{-1}]	výkon [kW]	výkon [k]	krouťící moment [Nm]
1575	31,16	41,79	188,98
2279	59,28	79,50	248,44
2956	72,25	96,89	233,42
3569	78,64	105,45	210,41
4125	78,19	104,85	181,02
4485	56,88	76,28	121,14

Tab. č. 10: Naměřené hodnoty po úpravě tlaku turbodmychadla

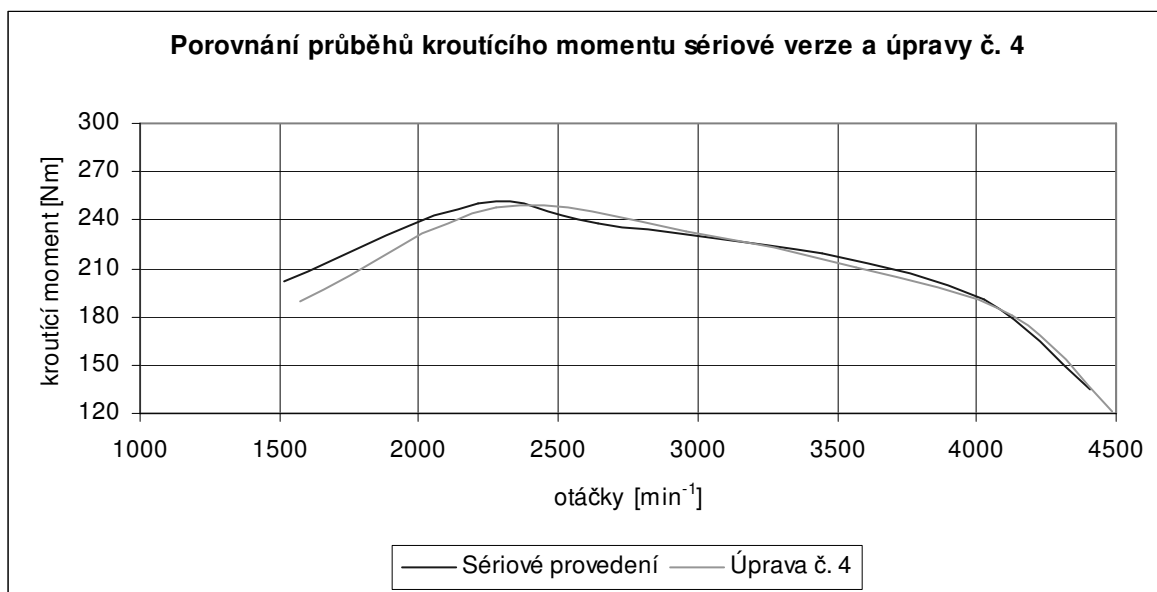


Graf č. 8: Naměřená vnější otáčková charakteristika motoru po úpravě č. 4



Graf č. 9: Porovnání naměřeného výkonu úpravy č. 4 se sériovou verzí

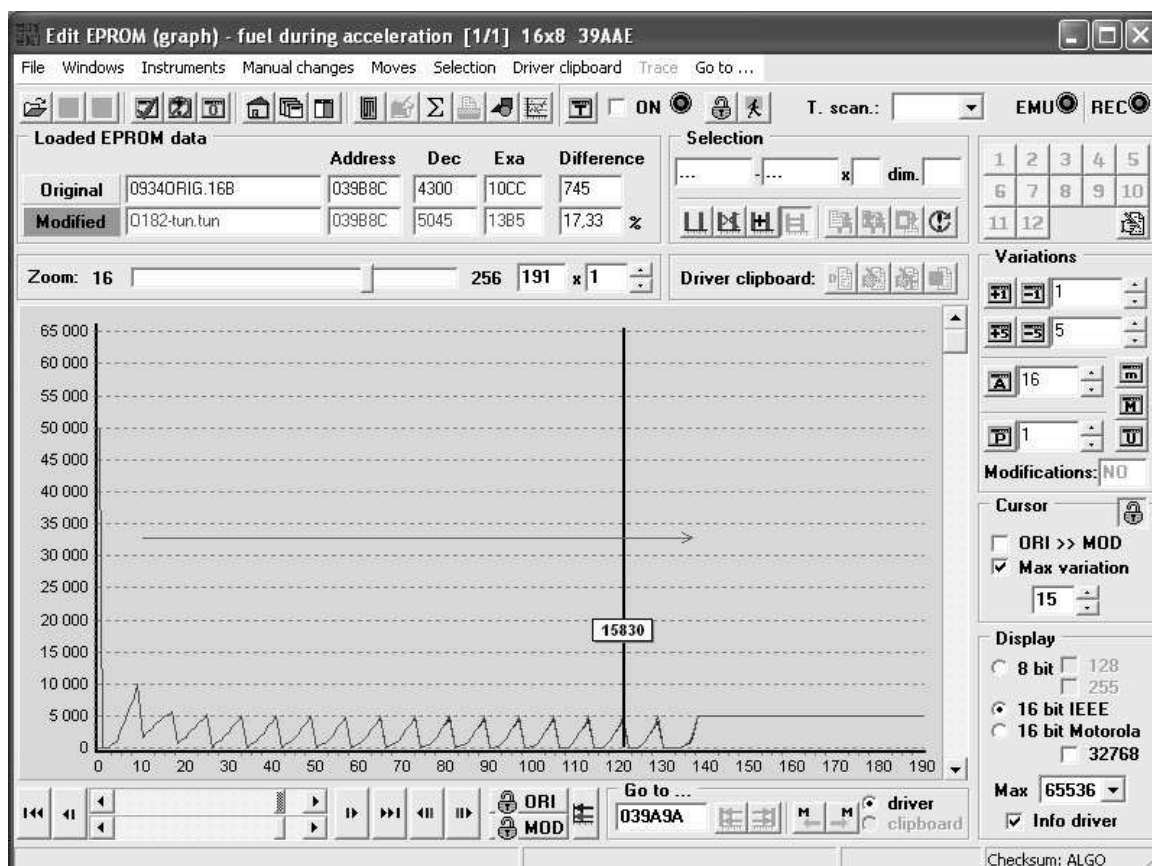
Samotná úprava plnícího tlaku turbodmychadla podle původních teoretických předpokladů nepřinesla žádné zvýšení kroutícího momentu ani výkonu motoru. Přesto, že při měření na válcovém dynamometru došlo k ustálení stavu a odečtu výkonu a kroutícího momentu při otáčkách o 62 min^{-1} vyšších, byl naměřen kroutící moment o 15 Nm nižší než u paměti se sériovým nastavením. Z toho je patrné, že u této měřené varianty došlo k poklesu kroutícího momentu i výkonu z počátku otáčkového spektra. Pokud by bylo sledováno zvýšení tlaku v oblasti otáček měření prvního bodu, tj. 1500 min^{-1} , zjistilo by se, že zde došlo k navýšení tlaku při 100% zatížení o 6,7 %. Při zachování původní vstřikované dávky paliva došlo ke zvýšení chudosti směsi a tím tedy k poklesu měřených veličin.



Graf č. 10: Porovnání naměřeného kroutícího momentu úpravy č. 4 se sériovou verzí

Změna rychlosti reakce při sešlápnutí akcelérátoru úprava č. 3

Touto úpravou se dosáhne zlepšení akcelerace vozidla. Upravuje se rychlost zvýšení vstřikované dávky paliva jako reakce na řidičovo sešlápnutí pedálu akcelerace. Na obrázku č. 38 je z tabulky sériového nastavení čitelný průběh, kdy se vstřikovaná dávka upravuje nejpružněji od nejnižších otáček a razance změn (tento průběh je naznačen červenou šipkou) se snižuje se stoupajícími otáčkami, přičemž největší dávka se vstřikuje při maximálním zatížení. Tento parametr má vliv na spotřebu paliva.



Obr. č. 37: Průběh křivky paliva během akcelerace

Elektronický řízený systém motoru dokáže regulovat řidičovo prudké sešlápnutí akcelérátoru tak, aby byla zachována maximální možná akcelerace, ale bez zbytečného přesycení spalovacího prostoru palivem a tím i zvýšené kouřivosti motoru.

Edit map: fuel during acceleration

File View Manual change Trace

Mod.: NO

Active:

T scan.: Updating: Recording:

RPM\Load	13	25	38	50	63	75	88	100
700	26	36	44	56	66	73	79	85
800	10	16	25	37	48	60	71	79
900	0	10	17	27	39	53	66	77
1000	0	8	15	24	36	51	64	76
1100	0	7	14	21	34	49	63	75
1300	0	6	12	19	32	47	61	74
1500	0	5	11	17	31	46	60	73
1700	0	5	9	15	30	45	59	72
1900	0	4	8	13	29	44	58	71
2100	0	3	6	11	27	43	56	70
2400	0	2	4	10	26	41	55	69
2700	0	1	3	8	24	39	54	68
3100	0	1	2	8	23	37	53	67
3500	0	0	1	6	21	35	51	66
4000	0	0	0	5	18	32	48	63
4500	0	0	0	1	2	4	11	20

Data loaded

	Check	Even	Odd
Original	09340RIG.168	69A0	4F6E 1A32
Modified	0182-tun.tun		

Driver

Map 1 of 1

Edit map: fuel during acceleration

File View Manual change Trace

Mod.: NO

Active:

T scan.: Updating: Recording:

RPM\Load	13	25	38	50	63	75	88	100
700	0	0	0	0	0	0	0	0
800	0	0	0	0	0	0	0	0
900	0	0	0	0	0	0	0	0
1000	0	0	0	0	0	0	0	0
1100	0	0	0	0	0	0	0	0
1300	0	0	0	0	0	0	0	0
1500	0	0	0	0	0	0	0	4
1700	0	0	0	0	0	0	0	5
1900	0	0	0	0	0	0	3	6
2100	0	0	0	0	0	0	3	7
2400	0	0	0	0	0	0	3	7
2700	0	0	0	0	0	0	4	9
3100	0	0	0	0	0	0	4	9
3500	0	0	0	0	0	0	4	11
4000	0	0	0	0	0	0	3	13
4500	0	0	0	0	0	0	3	13

Obr. č.38: Původní datová pole a nárůsty po úpravě č. 3

otáčky [min^{-1}]	zatížení [%]	
	88	100
700	0	0
800	0	0
900	0	0
1000	0	0
1100	0	0
1300	0	0
1500	0	5,48
1700	0	6,94
1900	5,17	8,45
2100	5,36	10,00
2400	5,45	10,14
2700	7,41	13,24
3100	7,55	13,43
3500	7,84	16,67
4000	6,25	17,46
4500	27,27	65,00

Tab. č. 11: Zobrazení procentuálního nárůstu provedenou úpravou

otáčky [min]	zatížení [%]			
	původní		po úpravě	
	88	100	88	100
700	79	85	79	85
800	71	79	71	79
900	66	77	66	77
1000	64	76	64	76
1100	63	75	63	75
1300	61	74	61	74
1500	60	73	60	77
1700	59	72	59	77
1900	58	71	61	77
2100	56	70	59	77
2400	55	69	58	76
2700	54	68	58	77
3100	53	67	57	76
3500	51	66	55	77
4000	48	63	51	74

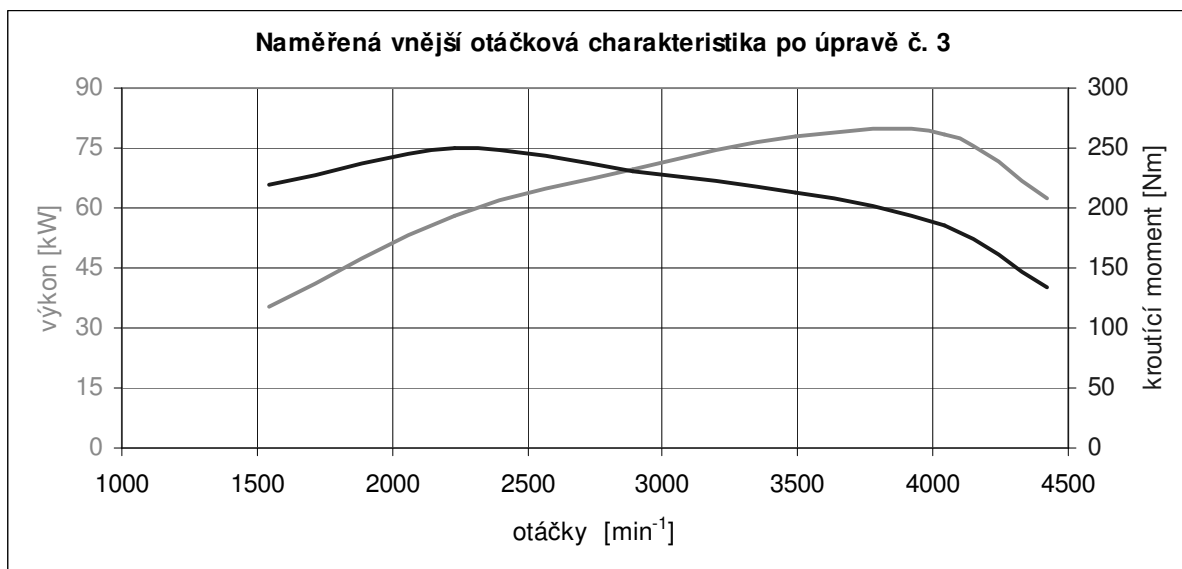
Tab. č. 12: Rozšíření pole středních hodnot po úpravě č. 3

V tab. č. 11 je zobrazen procentuální nárůst původních hodnot. Opět došlo k úpravě od 1500 min^{-1} , kdy při maximálním zatížení stoupá součinitel o 5,5 %. Se stoupajícími otáčkami motoru se po provedené změně zvyšuje procentuální nárůst. To ovšem neznamená, že by se tím posunula rychlost reakce směrem k maximálním otáčkám. Změnou se rozšířilo pole, kdy je reakce na požadavek řidiče pružnější. Rozšíření pole je naznačeno v tab. č. 12. V té je označena oblast původních středních hodnot ve dvou levých sloupcích (oranžová barva). Ve dvou pravých sloupcích je označena oblast rozšíření středních hodnot (barva žlutá).

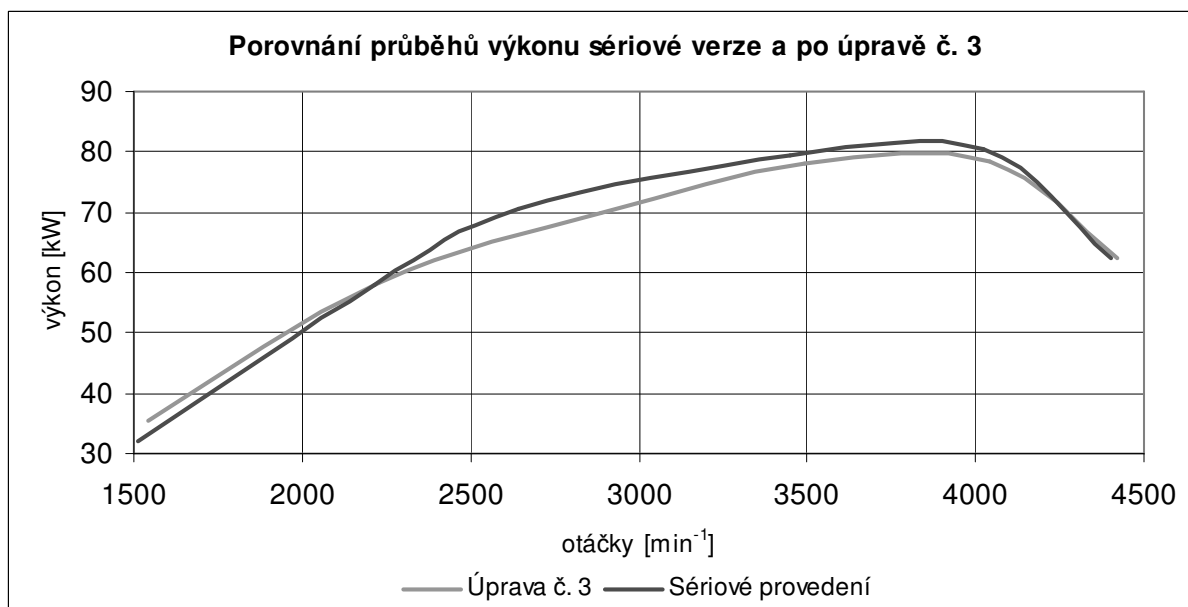
Naměřené hodnoty po úpravě č.3

otáčky motoru [min^{-1}]	výkon [kW]	výkon [k]	krouťící moment [Nm]
1542	35,34	47,40	218,84
2229	58,24	78,11	249,51
2889	69,77	93,57	230,64
3494	78,14	104,78	213,54
4042	78,50	105,27	185,48
4422	62,33	83,58	134,61

Tab. č. 13: Naměřené hodnoty po změně rychlosti reakce na sešlápnutí akcelérátoru

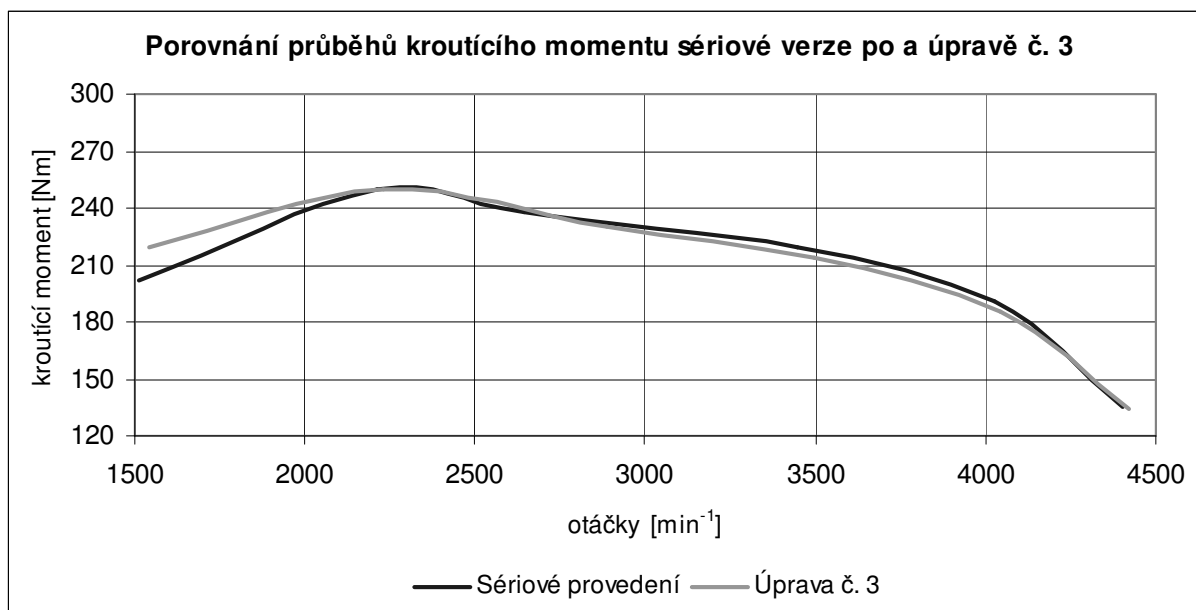


Graf č. 11: Naměřená vnější otáčková charakteristika motoru po úpravě rychlosti odezvy na pohyb akcelérátoru



Graf č. 12: Porovnání naměřeného výkonu úpravy č. 3 se sériovou verzí

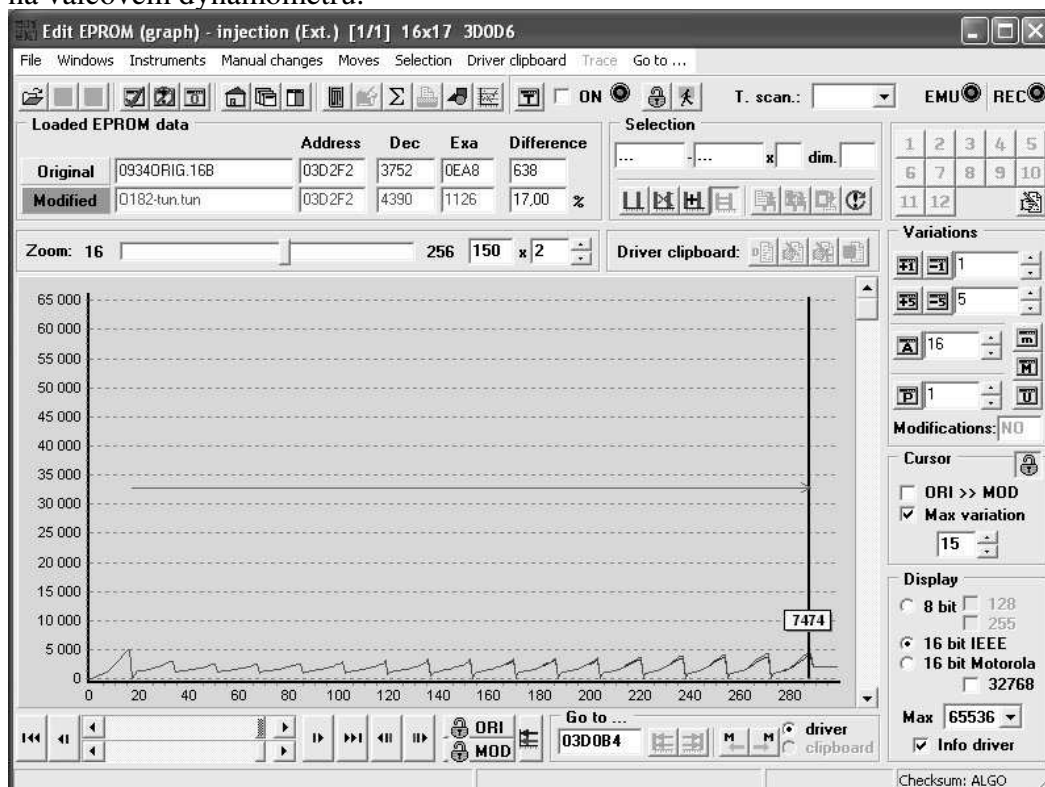
Z grafu č. 13 průběhu kroutícího momentu před a po úpravě vyplývá zatím nejlepší nárůst kroutícího momentu ze spodních otáček. Rozdíl otáček ustáleného stavu mezi měřením sériového nastavení a úpravy pouhých 29 min^{-1} znamená nárůst $16,6 \text{ Nm}$. Dále křivka kroutícího momentu po úpravě kopíruje původní průběh téměř do detailu. V grafu č. 12 je patrný nejprve mírný nárůst výkonu od 1500 min^{-1} do cca 2200 min^{-1} a následně vyšší pokles výkonu ve střední části od 2300 min^{-1} do otáček lehce přesahujících 4000 min^{-1} . Tyto rozdíly by neměly být způsobeny změnou datových polí, ale pravděpodobně chybou měření v důsledku stoupající teploty motoru.



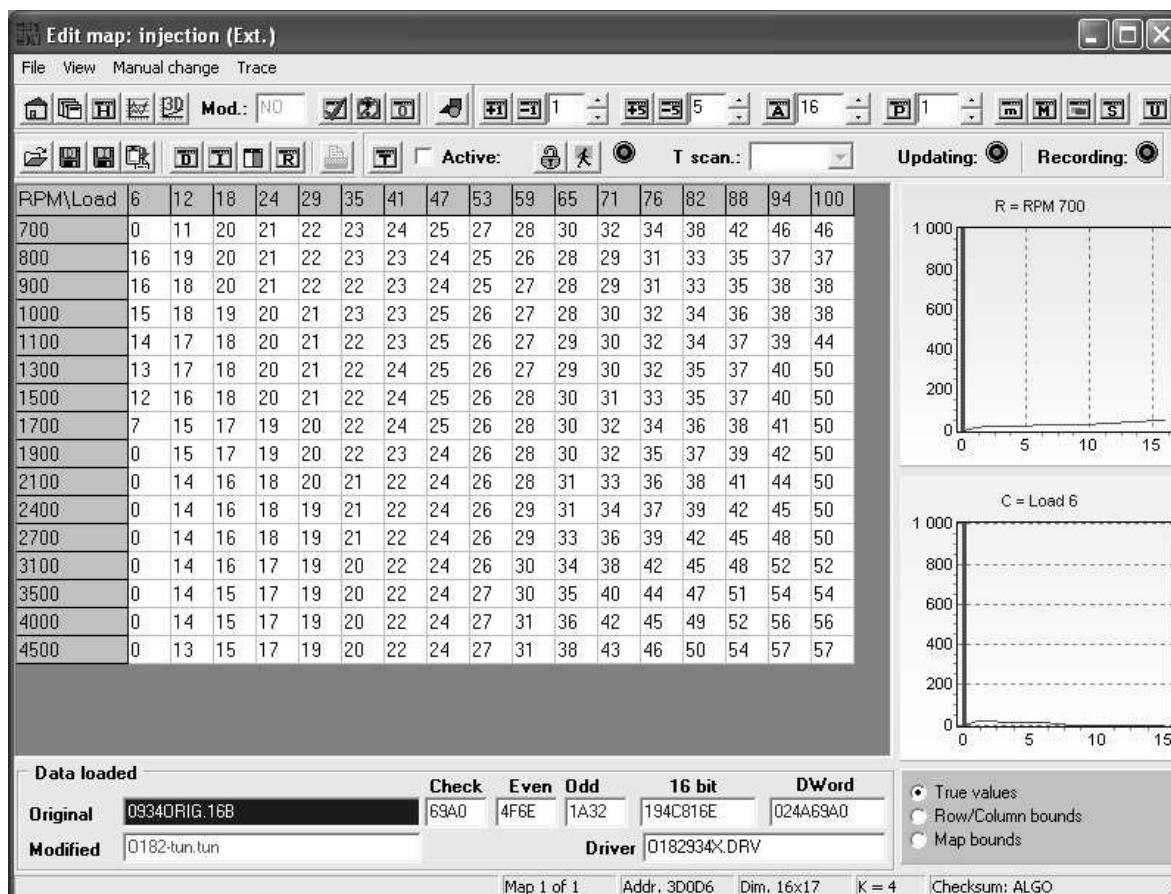
Graf č. 13: Porovnání naměřeného krouticího momentu úpravy č. 3 se sériovou verzí

Maximální dávka paliva úprava č. 2

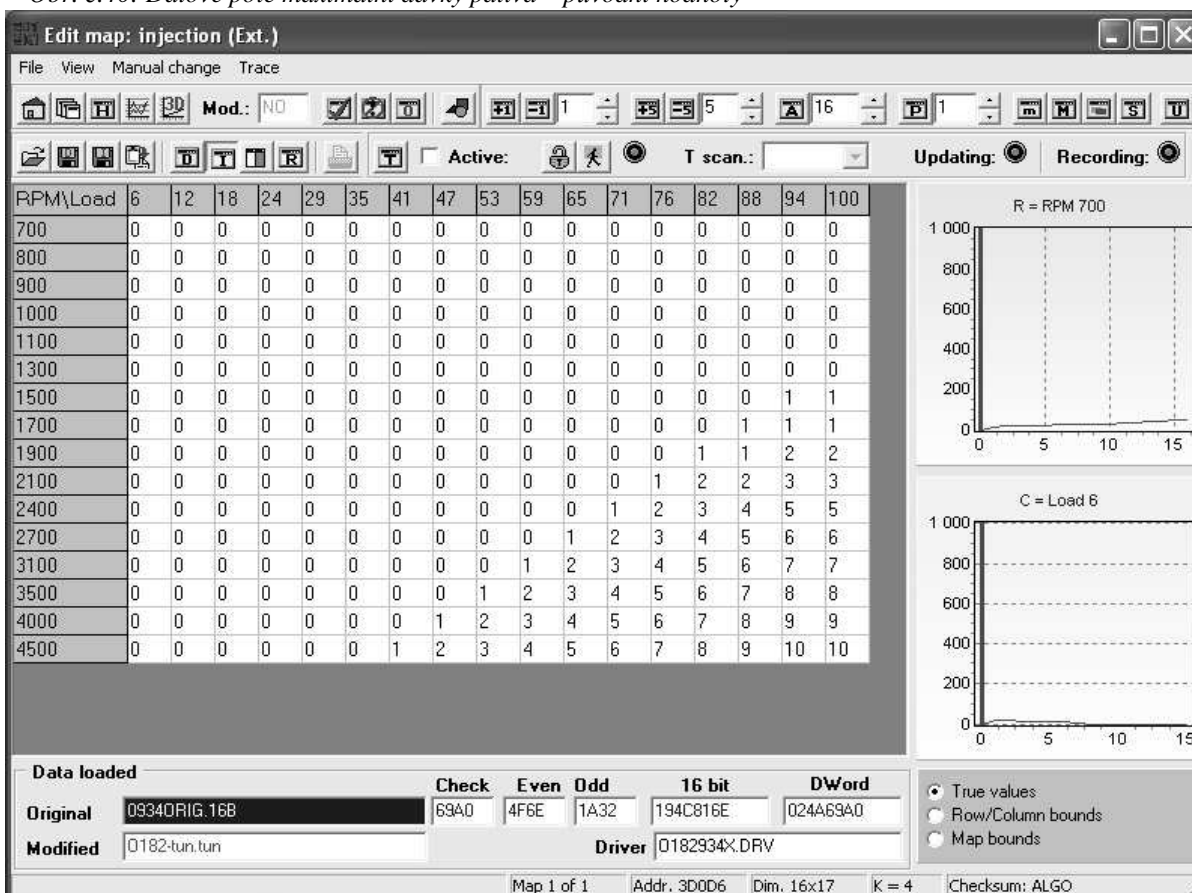
Toto je stěžejní úprava, při které se předpokládá razantní nárůst krouticího momentu i výkonu motoru v celém rozsahu otáček. Tento nárůst by měl být znatelný v grafech, protože se úprava přímo týká režimu maximálního sešlápnutí pedálu, který odpovídá metodě měření na válcovém dynamometru.



Obr. č. 39: 2D graf průběhu maximální dávky paliva



Obr. č.40: Datové pole maximální dávky paliva – původní hodnoty



Obr. č.41: Datové pole navýšení původních maximálních dávek paliva

Rozsáhlý soubor datového pole v rozměru 16 x 17 byl upraven v rozsahu otáček 1300÷4500 min⁻¹. Maximální výkon 81kW sériové verze je dosažen dle výrobce při otáčkách 4150 min⁻¹, v této oblasti se zvyšovala dávka nejvíce. Oproti tomu je patrné z obrázku č. 40, že při 6% zatížení je od otáček 1900 min⁻¹ nastavena vstřikovaná dávka na 0. Tento stav zatížení je považován za decelerační. Dle obrázku č. 40 je nastavení udržovací vstřikované dávky paliva při volnoběžných otáčkách 800 min⁻¹ vyšší než při jízdním režimu od otáček 1700 min⁻¹ a nízkém zatížení 12 %, aby nedocházelo ke kolísání nebo ke zhasnutí motoru.

otáčky [min ⁻¹]	zatížení [%]																
	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59	65	71	76	82	88	94	100
1300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	2
1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	2
1700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,6	4,9	4
1900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,7	5,1	7,1	6
2100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,8	5,3	7,3	9,1	8
2400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,9	5,4	7,7	9,5	11	10
2700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5,6	7,7	9,5	11	13	12
3100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,3	5,9	7,9	9,5	11	13	13	13
3500	0	0	0	0	0	0	0	0	3,7	6,7	8,6	10	11	13	14	15	15
4000	0	0	0	0	0	0	0	4,2	7,4	9,7	11	12	13	14	15	16	16
4500	0	0	0	0	0	0	4,5	8,3	11	13	13	14	15	16	17	18	18

Tab. č. 14: Procentuální nárůstky změny maximální dávky paliva proti původní hodnotě

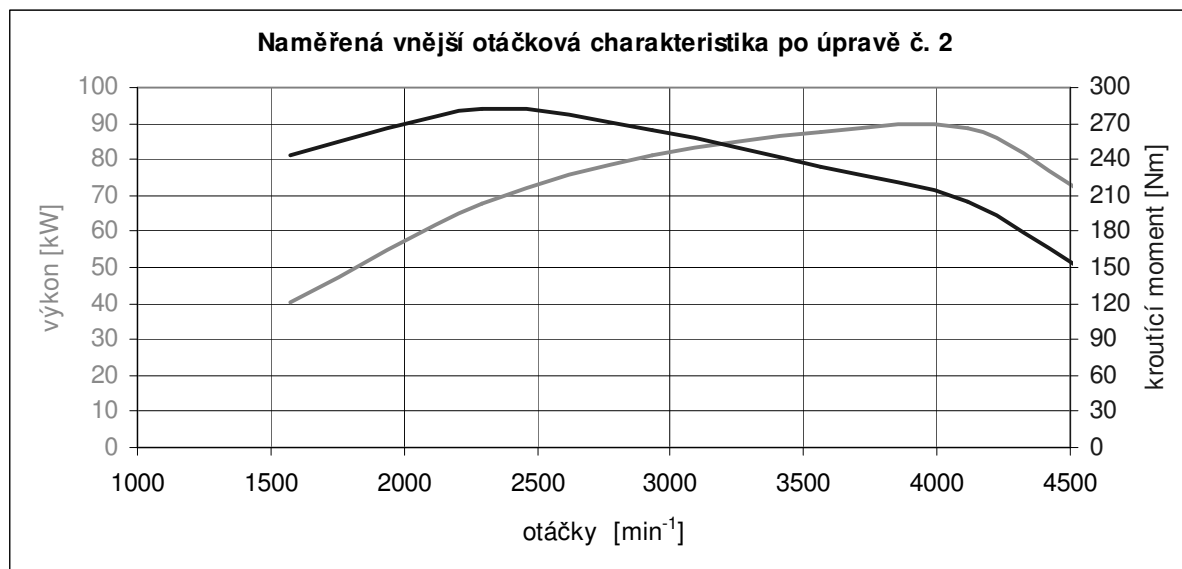
V tabulce č. 14 jsou uvedeny procentuální nárůstky. Zobrazuje pouze ty jízdní režimy, kde došlo k nárůstu. V oblasti po 1300 min⁻¹ jsou tedy řádky nulové. Z tabulky je také patrné, že se neprováděly žádné změny v oblastech středního zatížení. Tento fakt potvrzuje, že i po úpravách vedoucích ke zvýšení výkonových parametrů motoru nemusí nutně dojít ke zvýšení spotřeby paliva. Samozřejmě pouze v případech, kdy si řidič vystačí s režimem konstantní rychlosti např. 120 km/h při 3000 min⁻¹, k jejíž udržení bude stačit zatížení nepřekračující 50 %, kde je z tabulky čitelný nulový nárůst vstřikované dávky paliva. Proti tomu, pokud bude řidič využívat maximální výkonový potenciál motoru, z tabulky jasně vyplývá, že musí nutně dojít ke zvýšení spotřeby, protože bylo v této oblasti zvýšeno množství vstřikovaného paliva.

Naměřené hodnoty po úpravě č.2

otáčky motoru [min^{-1}]	výkon [kW]	výkon [k]	kroučící moment [Nm]
1576	40,31	54,06	244,20
2289	67,77	90,88	282,70
2931	80,96	108,56	263,80
3566	87,45	117,27	234,20
4117	88,52	117,70	205,32
4524	72,00	96,55	152,01

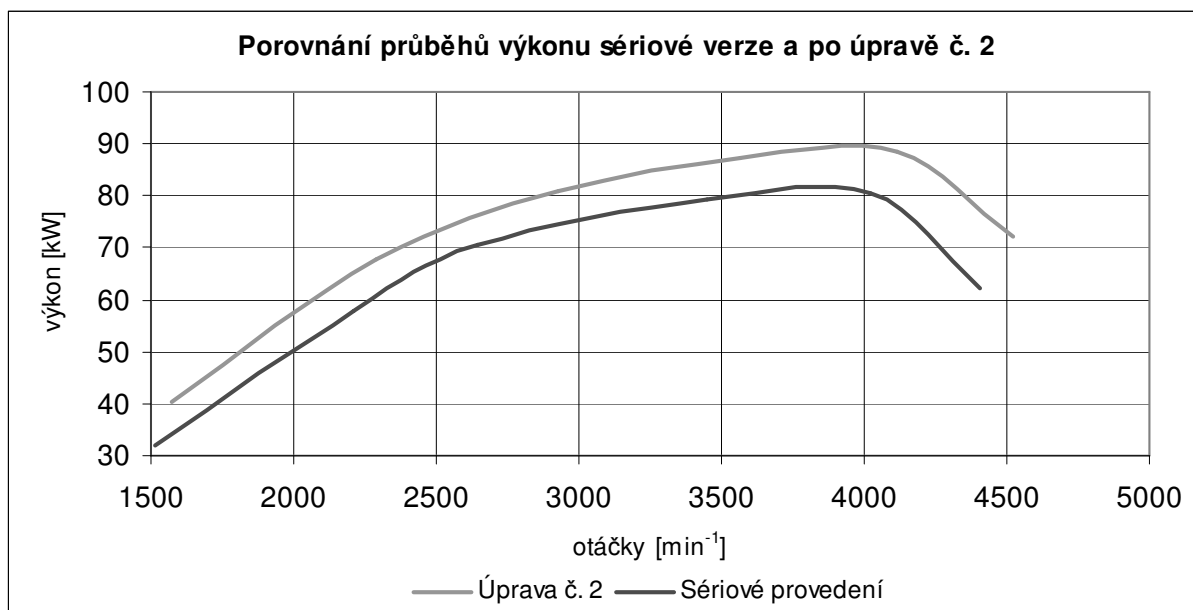
Tab. č. 15: Naměřené hodnoty po změně maximální dávky paliva

Naměřené hodnoty potvrzují, že na zvýšení výkonu a kroučícího momentu motoru má stěžejní vliv množství vstřikovaného paliva. To vyplývá z fyzikálních zákonů přeměny energie obsažené v palivu na konečnou mechanickou práci. Ty se neztotožňují s myšlenkou zvýšení výkonu motoru, ani s mnohokrát zmiňovaným snížením spotřeby paliva. To by nutně znamenalo zvýšení účinnosti motoru, k čemuž těžko přispěje jakákoli úprava v řízení motoru.



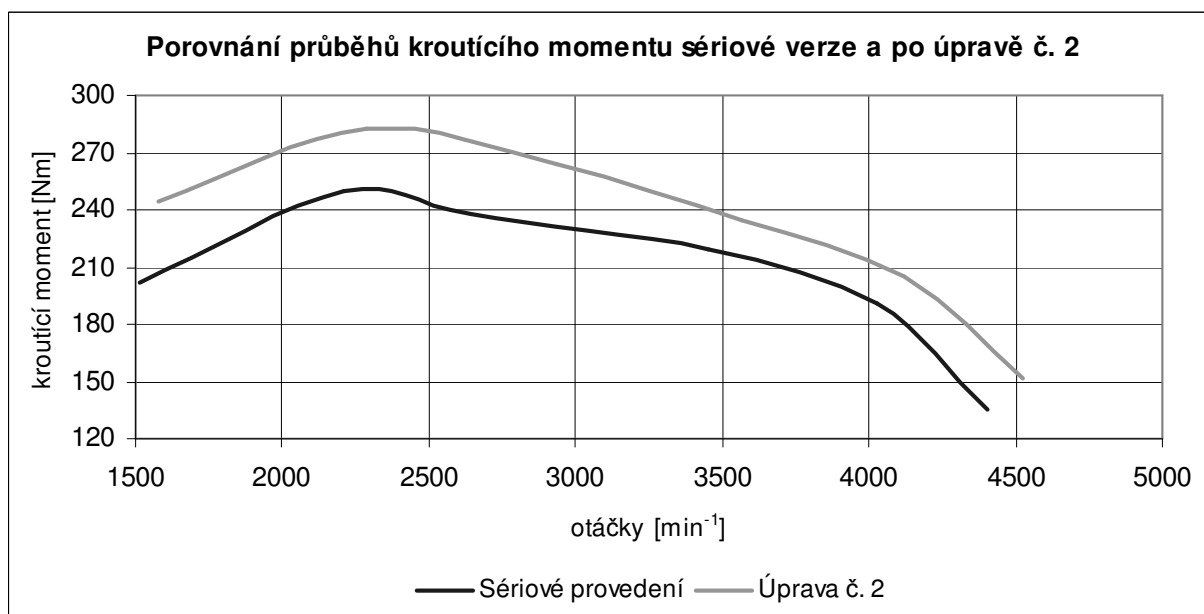
Graf č. 14: Naměřená vnější otáčková charakteristika po úpravě maximální dávky paliva

Z tabulky měření č. 15 a grafů č. 14 a 15 plyne zvýšení maximální hodnoty výkonu motoru na 88,52 kW, což představuje nárůst o 9,3 % vůči hodnotě udávané výrobcem a 109,8 % námi změřené hodnoty. Původní nebo vyšší hodnota maximálního výkonu je po této úpravě k dispozici v otáčkovém rozsahu 3000 ÷ 4300 min^{-1} .



Graf č.15: Porovnání průběhu výkonu před a po úpravě maximální dávky paliva

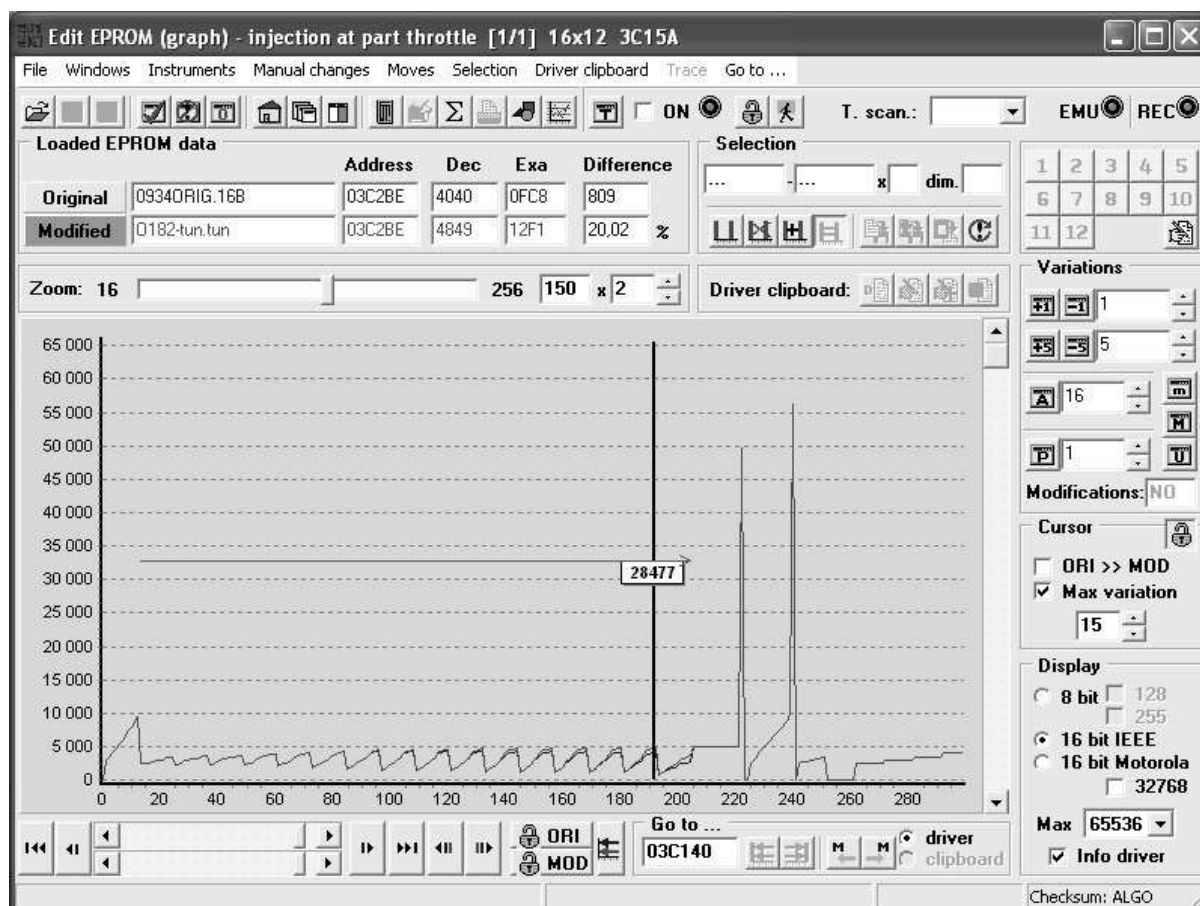
V grafu č. 16 porovnání průběhů kroutících momentu před a po úpravě je patrný nárůst kroutícího momentu v celém rozsahu otáček. Maximální hodnota kroutícího momentu se zvýšila z 250,16 Nm na 282,70 Nm, což představuje nárůst 13 %. Pokud by byla srovnávána tato naměřená hodnota s parametry udávanými výrobcem, přesáhne nárůst hodnotu 20 %. Hodnota původního změřeného kroutícího momentu a vyšší je teď k dispozici v širokém intervalu otáček od 1700 min^{-1} do 3300 min^{-1} . Vzhledem k vysokému nárůstu od spodních otáček se při měření na válcovém dynamometru projevuje vozidlo subjektivně jako mnohem silnější a ochotnější „jít za plynem“.



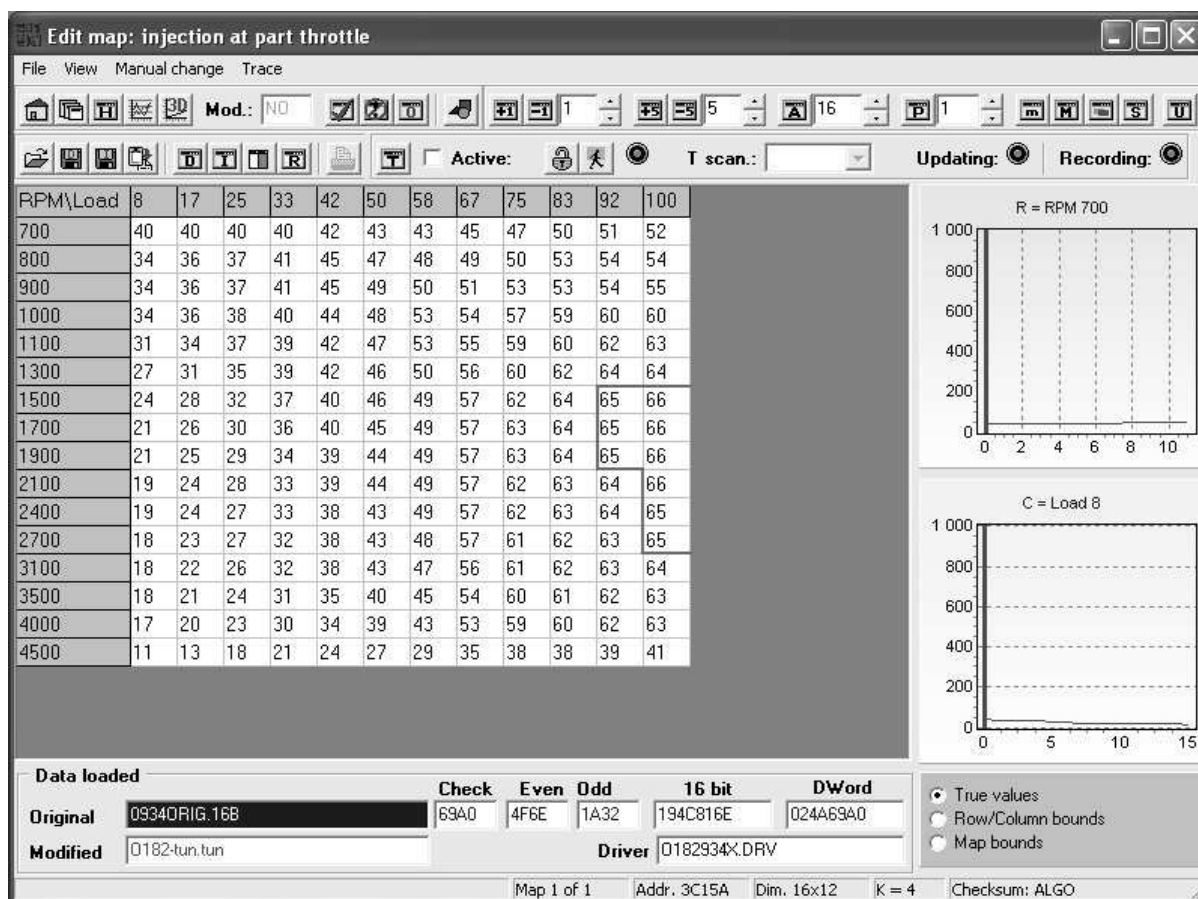
Graf č.16: Porovnání průběhu kroutícího momentu před a po úpravě maximální dávky paliva

Vstřikování paliva při částečném zatížení úprava č. 1

Poslední samostatná úprava, která byla provedena na testovaném vozidle, respektive jeho řídicí jednotce, je úprava velikosti vstřikované dávky paliva při částečně sešlápnutém pedálu akceleraace. Tato úprava by se opět neměla vzhledem k použité metodě měření nijak výrazně projevit. Změna by se mohla ve výsledcích projevit pouze zvýšeným kroutícím momentem v nízkých měřených otáčkách, které jsou na hranici 1500 min^{-1} a které byly jsou navrhovanou úpravou dotčeny. Obrázek č. 43 zobrazuje původní nastavení hodnot a je v něm červeně označena oblast, ve které se vstřikuje maximální dávka paliva. Pro srovnání je vybarvena oblast v tabulce č. 16, která byla rozšířena na hodnoty původní maximální vstřikované dávky paliva nebo vyšší. Původní oblast $1500 \div 2700 \text{ min}^{-1}$ při zatížení 92 a 100 % se rozšířila na oblast $1500 \div 4000 \text{ min}^{-1}$, přičemž se začátek posunul na hranici 75% zatížení.



Obr. č.42: Datové pole vstřikování paliva při částečném zatížení v 2D grafu

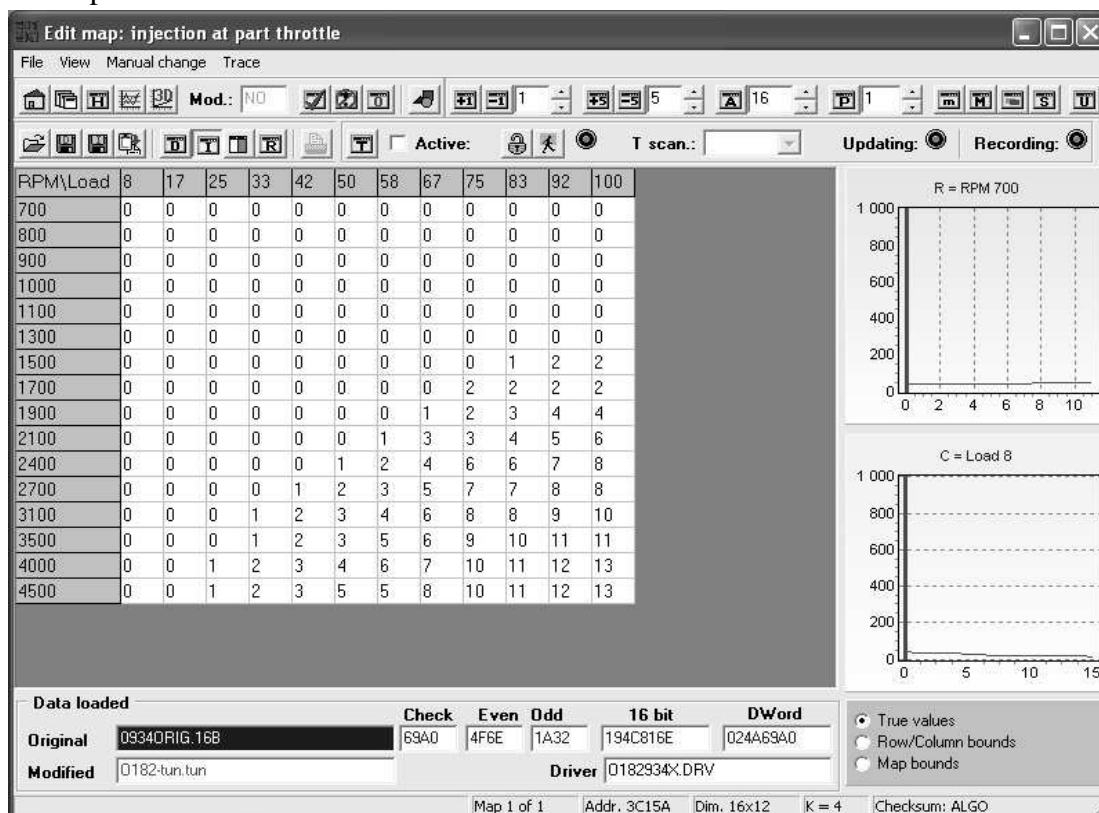


Obr. č. 43: Datové pole hodnot původního nastavení v řídící jednotce

otáčky [min]	zatížení [%]											
	8	17	25	33	42	50	58	67	75	83	92	100
700	40	40	40	40	42	43	43	45	47	50	51	52
800	34	36	37	41	45	47	48	49	50	53	54	54
900	34	36	37	41	45	49	50	51	53	53	54	55
1000	34	36	38	40	44	48	53	54	57	59	60	60
1100	31	34	37	39	42	47	53	55	59	60	62	63
1300	27	31	35	39	42	46	50	56	60	62	64	64
1500	24	28	32	37	40	46	49	57	62	65	67	68
1700	21	26	30	36	40	45	49	57	65	66	67	68
1900	21	25	29	34	39	44	49	58	65	67	69	70
2100	19	24	28	33	39	44	50	60	65	67	69	72
2400	19	24	27	33	38	44	51	61	68	69	71	73
2700	18	23	27	32	39	45	51	62	68	69	71	73
3100	18	22	26	33	40	46	51	62	69	70	72	74
3500	18	21	24	32	37	43	50	60	69	71	73	74
4000	17	20	24	32	37	43	49	60	69	71	74	76
4500	11	13	19	23	27	32	34	43	48	49	51	54

Tab. č. 16: Hodnoty datového pole po úpravě č. 1

Na obrázku č. 44 jsou pro upřesnění uvedeny hodnoty navrhovaného zvýšení, které jsou započteny v tabulce č. 16. Z nárůstků je patrné, že se při úpravách zachovává směr růstu z původních dat použitých v řídicí jednotce automobilu. Spodní pásmo volnoběžných a lehce zvýšených otáček není třeba nijak upravovat, protože se v nich automobil při běžné jízdě téměř nevyskytuje. Jsou to v podstatě rozjezdové otáčky, ve kterých by zvýšení vstřikované dávky při zachovaném množství plnicího vzduchu zvyšovalo kouřivost motoru, což je nežádoucí úprava.

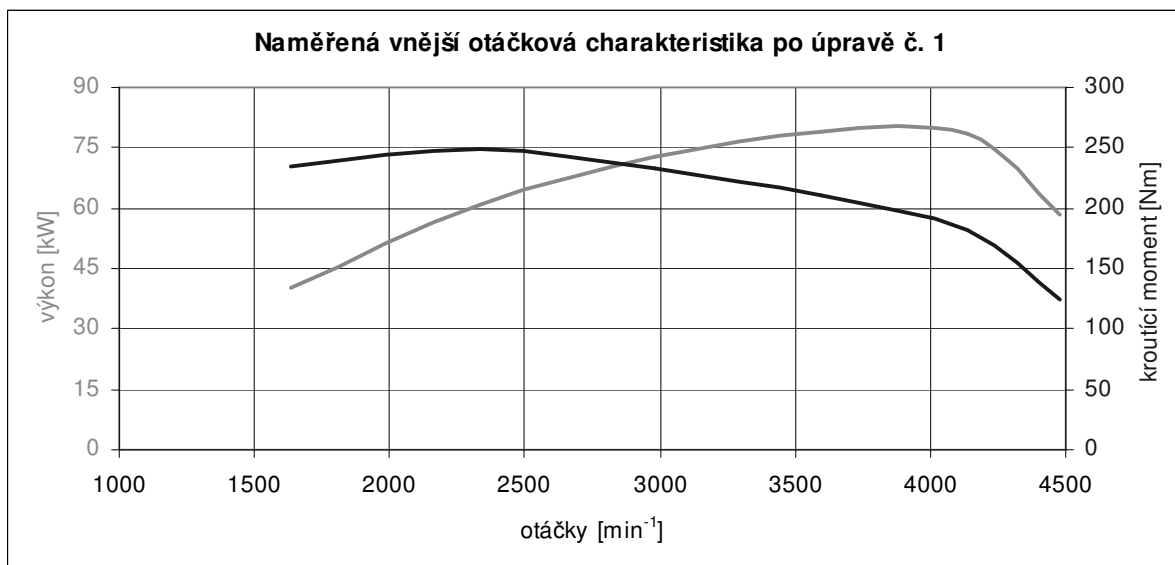


Obr. č. 44: Navrhované hodnoty navýšení při úpravě paliva při částečném zatížení

Naměřené hodnoty po úpravě č.1

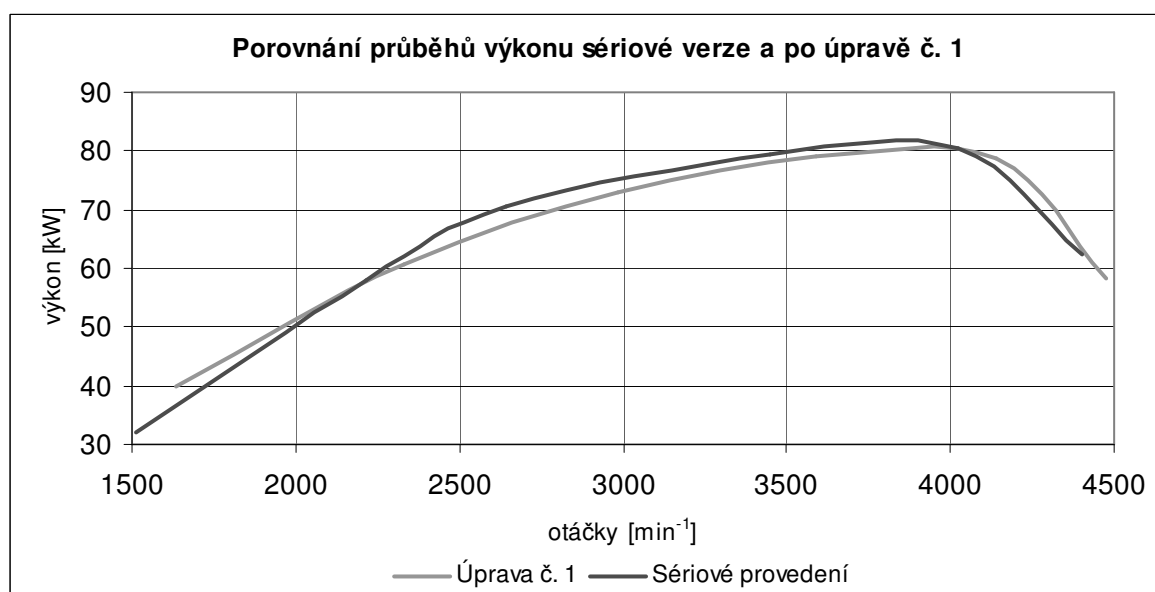
otáčky motoru [min^{-1}]	výkon [kW]	výkon [k]	krouťící moment [Nm]
1634	40,01	53,66	233,90
2334	60,67	81,36	248,28
2984	72,79	97,61	232,90
3592	78,99	105,92	210,03
4140	78,65	105,47	181,44
4478	58,36	78,26	124,45

Tab. č. 17: Naměřené hodnoty po změně dávky paliva při částečném zatížení

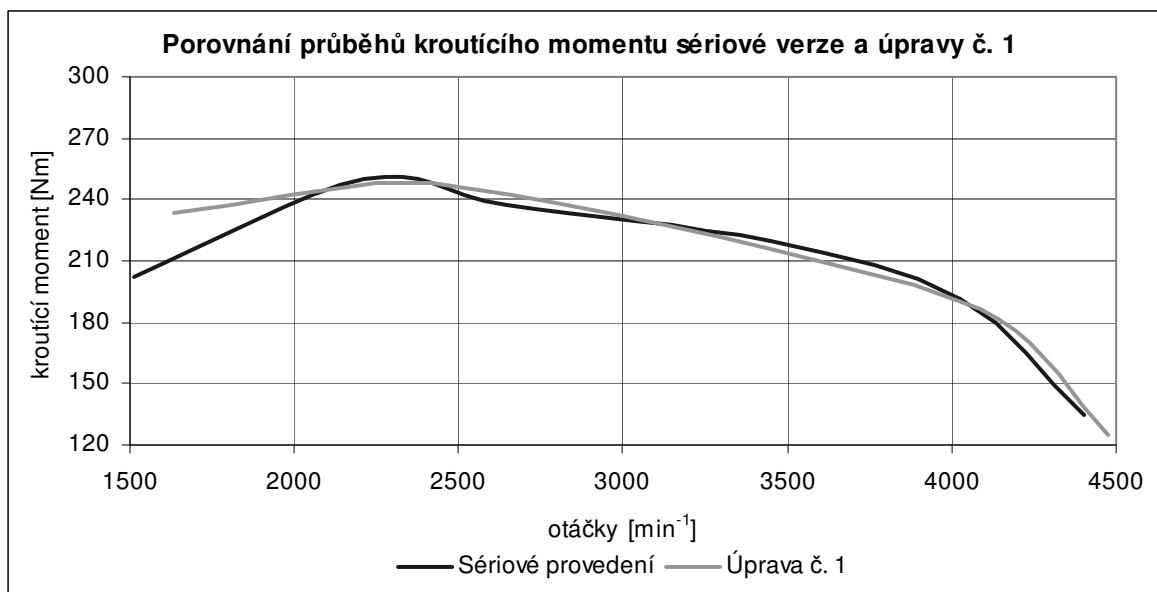


Graf č. 17: Naměřená vnější otáčková charakteristika po úpravě dávky paliva při částečném zatížení

Při měření s paměťmi obsahujícími úpravu č. 1 vyšla jako první hodnota kroutícího momentu 233,90 Nm, což je téměř na hranici výrobcem udávané hodnoty. Pravděpodobně v tomto bodě došlo ke sečtení dvou aspektů. Jednak bylo rychlého nárůstu z počátku měření dosaženo provedenou úpravou, kdy byla navýšena původní vstřikovaná dávka o $1,6 \div 3,0 \%$. Větší podíl má na této skutečnosti spíše vliv metody měření a fakt, že došlo k ustálení stavu na válcovém dynamometru nezvykle pozdě, poprvé za celé měření za hranicí 1600 min^{-1} . Vezme-li se v úvahu s jakým koeficientem v této oblasti narůstá krouticí moment u vznětových motorů, nevybočuje změřená hodnota nijak z normálu.



Graf č. 18: Porovnání průběhu výkonu před a po úpravě dávky paliva při částečném zatížení



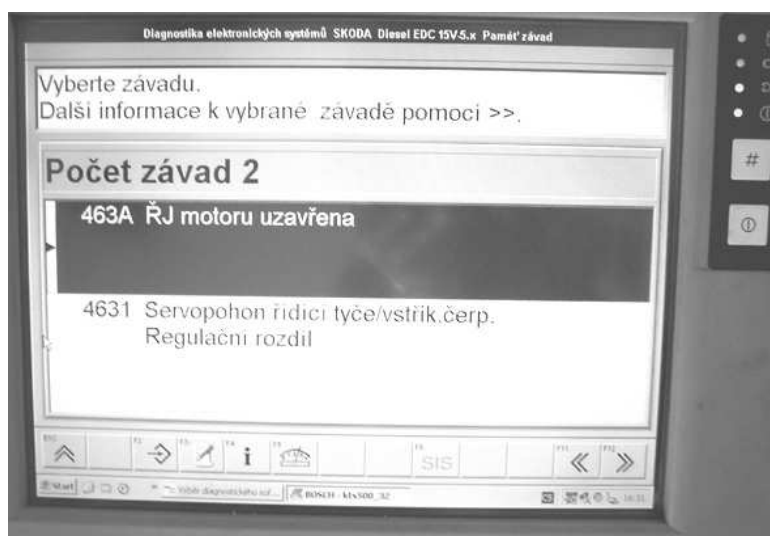
Graf č. 19: Porovnání průběhu krouticího momentu před a po úpravě dávky paliva při částečném zatížení

Grafy průběhů obou měřených veličin kopírují křivky naměřené se sériovými daty. Naměřená křivka výkonu motoru je ve své střední části cca 2 ÷ 3 % pod křivkou původní, což je ale způsobeno vlivem teploty motoru a chladicí kapaliny. Při měřeních se provedl test, který tento fakt potvrdil. Pokud se provedla dvě měření po sobě, došlo ke znatelnému poklesu měřených hodnot a to dokonce o téměř deset procent. Důležitý je samozřejmě i proudící vzduch od ventilátoru, který má chladit mimo motoru i mezichladič stlačeného vzduchu z turbodmychadla. Jeho chladicí výkon se snižuje s dobou měření, kdy musí překonávat stále vzrůstající teploty.

Celková úprava úprava č. cel

Všechny doposud provedené úpravy se spojily do jedné a byly naprogramovány do pamětí. Tato úprava by měla vyjít jako nejvýkonnější s očekávaným nárůstem výkonu až 20 % a krouticího momentu cca 25 %. Splněnou podmínkou pro seriózní úpravu, na rozdíl od výše popsaných PowerBoxů, je zachování vnitřních kontrolních procesů chodu motoru. Řídící jednotce zůstala zachována obranná funkce snížení výkonu při kritických situacích, takže vlivem úprav nemůže dojít ke zničení motoru.

Při měření došlo v oblasti necelých 4000 min⁻¹ k výpadku výkonu. Řídící jednotka přerušila dodávku paliva a tím se přerušilo i měření. Po připojení diagnostiky KTS 650 jsme vyčetli paměť závad, kde byly zapsány dvě chyby. První z nich - číslo 463A: Řídící jednotka



motoru uzavřena a druhá 4631: Servopohon řídicí tyče/vstřík.čerp. Regulační rozdíl (viz. obr. č. 45). Druhou chybu iniciovalo rozdělovací čerpadlo, které nebylo schopné v daném momentě vstříknout požadovanou dávku paliva, která byla se ocitla nad povolenou mezí. Chybová hlášení byla z paměti závad vymazána a poté byla zkontrolována teplota

Obr. č. 45: Displej diagnostiky KTS 650 s výčtem chyb

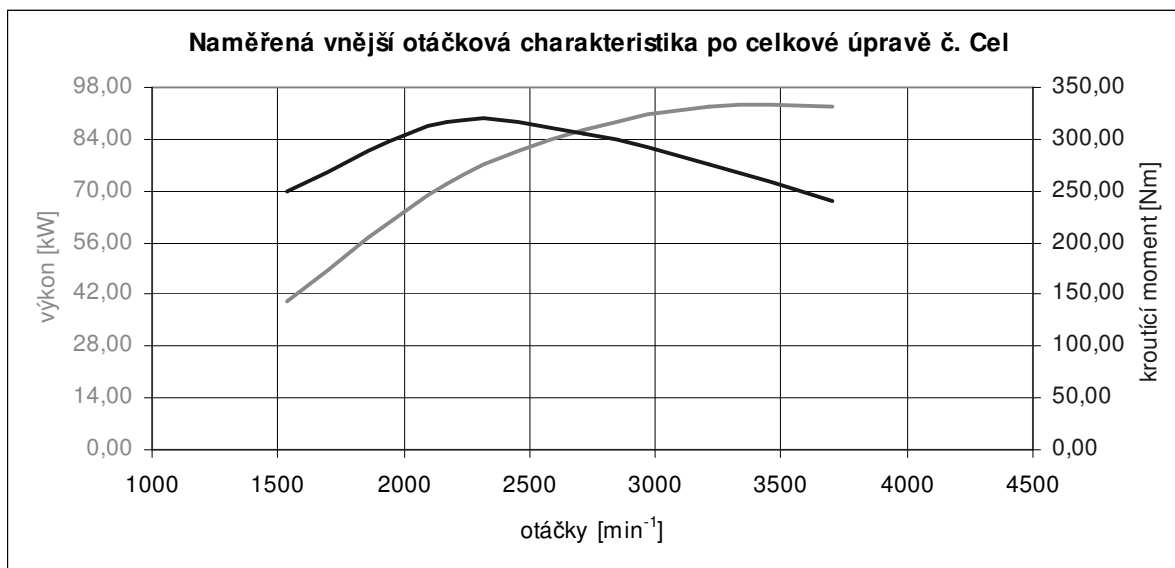
motoru, která po neúspěšně provedeném měření byla 93°C. To byl pravděpodobně původ neúspěchu, protože vlivem vysokého nárůstu výkonových parametrů došlo i ke výraznějšímu nárůstu teploty a následnému zásahu řídicí jednotky.

Z výše zmíněného popisu lze vyvodit závěr, že výkon externího ventilátoru, který byl k dispozici v laboratořích VOS Zábřeh, je nedostatečný. Přistoupilo se k omezení rozsahu měřených otáček, aby se automobil nedostal k hranici, na které se při prvním měření vyskytl problém. Po době nezbytně nutné na ochlazení motoru se snížil rozsah měření o 700 min⁻¹. Měřený otáčkový rozsah byl tedy po úpravě 1500 ÷ 3700 min⁻¹. Následující měření proběhlo úspěšně a naplnily se počáteční předpoklady o nárůstu obou měřených veličin. Tabulka č. 18 zobrazuje naměřené výsledky.

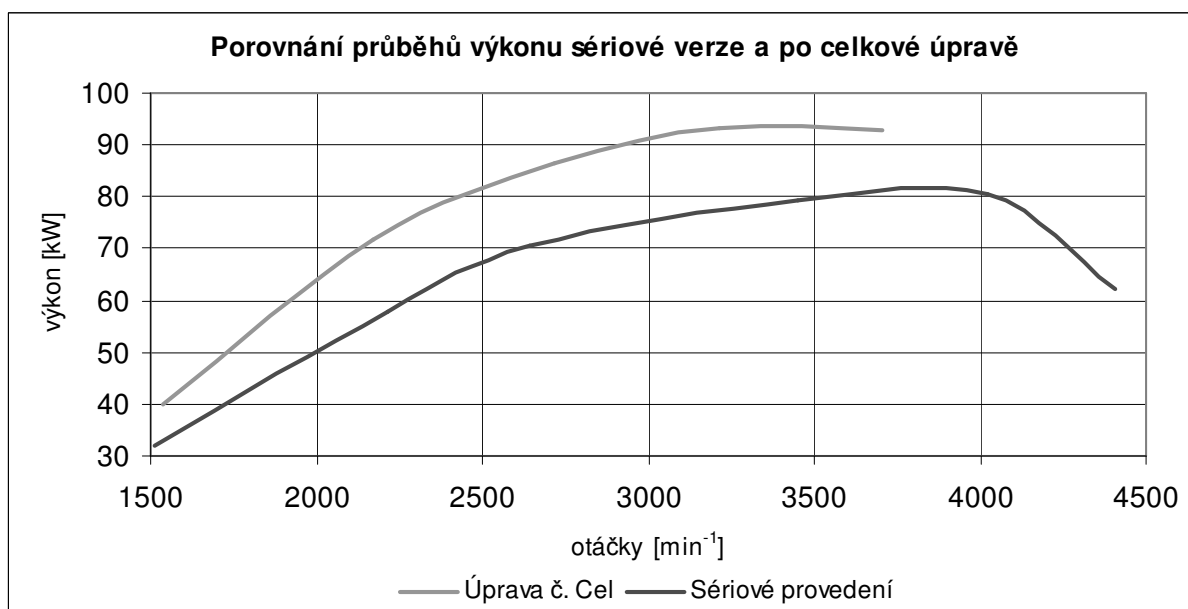
Naměřené hodnoty po celkové úpravě

otáčky motoru [min ⁻¹]	výkon [kW]	výkon [k]	kroutící moment [Nm]
1538	40,14	53,83	249,18
2168	71,94	96,47	316,86
2715	86,59	116,12	304,54
3215	93,04	124,76	276,39
3704	92,81	124,45	239,31

Tab. č. 18: Naměřené hodnoty po celkové úpravě

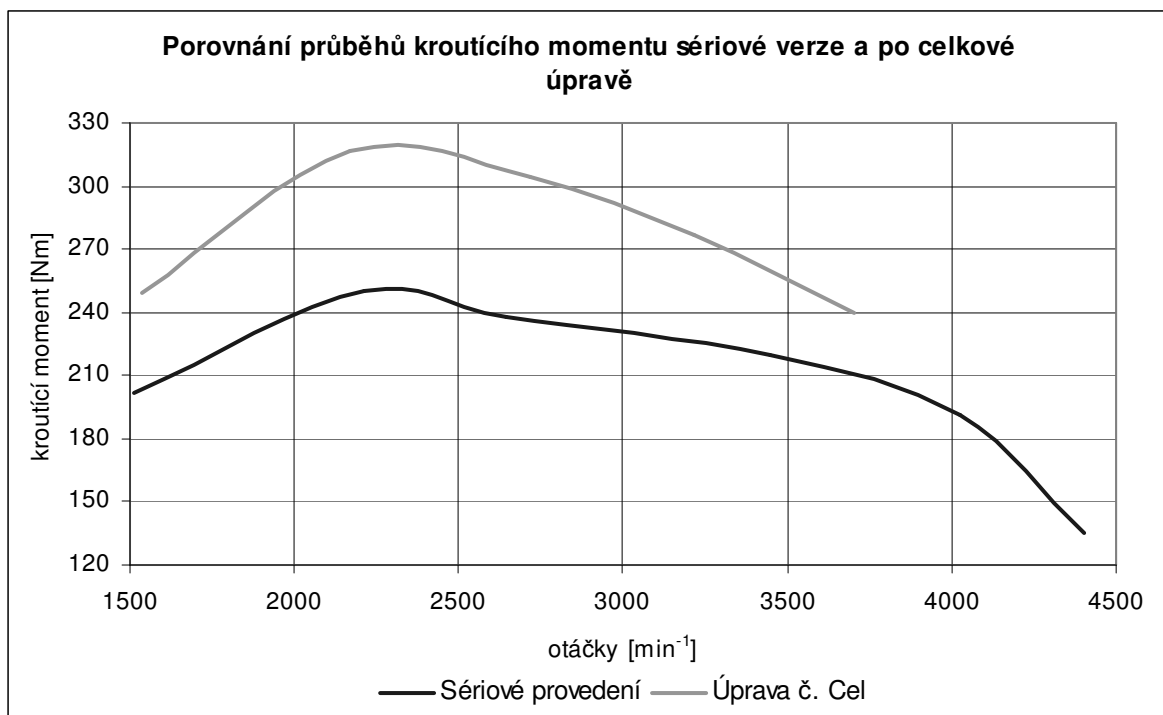


Graf č. 20: Naměřená vnější otáčková charakteristika motoru po celkové úpravě



Graf č. 21: Průběh výkonové křivky celkové úpravy v porovnání s původním nastavením řídicí jednotky

Z tabulky výsledků i grafů jasně vyplývá nárůst výkonu a kroučícího momentu v celém rozsahu měření. Maximální hodnota výkonu motoru se posunula z původních 4000 min^{-1} na 3215 min^{-1} , kde bylo naměřeno $93,04 \text{ kW}$. To je o $15,3 \%$ více, než bylo dosaženo při měřeních se sériově nastavenými daty. Celý průběh výkonové křivky má plynulejší nárůst bez viditelného poklesu v oblasti středních otáček.



Graf č. 22: Průběh křivky krouticího momentu celkové úpravy v porovnání s původním nastavením řídicí jednotky

Špička krouticího momentu zůstala zachována v oblasti shodných otáček. Dosáhla na hodnotu 316,86 Nm. To převyšuje naměřenou hodnotu sériové verze o 26,7 %. Hodnotu udávanou výrobcem převyšuje dokonce téměř o 5 %. Nejmarkantnější nárůst je z grafu č. 22 patrný v oblasti maximální hodnoty a pokračuje přes oblast středních otáček až ke hranici 3500 min⁻¹, od které se začíná difference snižovat.

Měření kouřivosti vznětových motorů

Emise vznětových motorů v podobě kouřivosti jsou pozorovatelné i pouhým lidským okem. Škodliviny tvoří přibližně 0,3 % objemu ve výfukových plynech vznětových motorů.

Rozdělují se na škodlivé a neškodlivé

složky neškodlivé

76 % dusíku N_2

9,7% kyslíku O_2

7% oxidu uhličitého CO_2

7% voda H_2O

složky škodlivé

0,15% oxidů dusíku NO_x

0,05% oxidu uhelnatého NO

0,05% pevných částic

0,03% uhlovodíků HO

0.02% oxidu siřičitého SO_2

Pojem škodlivý, respektive neškodlivý, je třeba brát s určitou významovou rezervou. Např. CO_2 je uváděn jako složka neškodlivá, nicméně je obecně známo, že se významně podílí na tvorbě takzvaného skleníkového efektu.

Existují tři metody pro měření kouřivosti : Filtrační, Hmotnostní a Opacimetrie.

Filtrační metoda

Dvoufázová metoda, kdy se odebere vzorek výfukových plynů vozidla při definovaném běhu motoru, který se poté vyhodnocuje v externím optickém zařízení. Je založena na zachycení částic kouře na filtračním papíře. Přes něj se prosává vzorek výfukových plynů o přesně definovaném objemu a rychlosti proudění. Vyhodnocení se provádí opticky podle stupně zčernání filtračního papíru porovnávací metodou, kdy se porovná množství světla pohlceného při průchodu použitým filtrem a filtrem nepoužitým. Stupeň zčernání B_n se uvádí v jednotkách Schwarzungszahl - SZ. Pro dynamické měření spalovacích motorů je tato metoda nevhodná a v praxi se při měření kouřivosti naftových motorů nepoužívá.

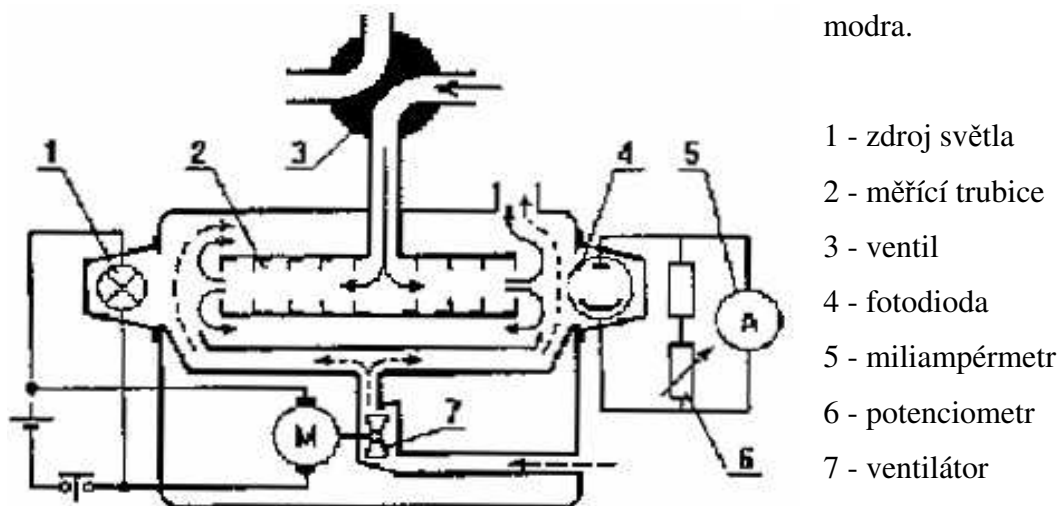
Hmotnostní měření koncentrace částic

Před začátkem měření se zváží nepoužitý filtrační element. Provede se zkouška motoru a po ní se provede opětovné zvážení nyní již použitého filtračního elementu. Hmotnostní koncentrace částic v analyzovaném vzorku c se stanoví jako podíl rozdílu hmotností filtračního elementu M_2 po a M_1 před měřením a objemu V prosátého množství výfukových spalin.

$$c = \frac{M_2 - M_1}{V} \quad [14]$$

Opacimetrie

Jednofázová metoda, založená na přímém zjištění pohltivosti světla, na principu Behr-Lambertova zákona, tj. principu sloupcem výfukových plynů definované délky. Měří se pohltivost světla, tedy opacita. Z toho je odvozen název pro přístroj na měření - Opacimetr. Opacimetr je vybaven měřicí komorou, na jejímž jednom konci je lampa jako zdroj světla a na druhém je fotodioda jako detektor. Fotodioda měří kolik světla z lampy projde přes výfukové plyny v komoře. Stupnice pohltivosti je od 0 do 100 procent, přičemž 0 znamená žádný kouř a 100% znamená, že neprošlo žádné světlo. Záleží také na víření a rozptýlu uvnitř komory, které pak ovlivňují absorpci světla. Kromě pevných částic zbarvujících kouř černě, způsobují pohlcení světla ještě kapičky mazacího oleje. Ten zbarvuje výfukový kouř do modra.



Obr. č. 46: Schéma opacimetru [14] - převzato z přednášek technické diagnostiky CZU, Ing. Petr Pexa PhD

Zmíněné metody mají společnou nevýhodu. Není možné naměřené hodnoty kouřivosti vztahovat k výkonovým parametrům měřených vozidel.

Při měření emisí na stanicích technické kontroly se využívá měření opacimetrie metodou volné akcelerace. Spočívá v rychlém přechodu z běhu naprázdno na maximální dodávku paliva. Zaznamenává se maximální hodnota kouřivosti. Měření se opakuje 5x za sebou. Za výsledek se počítá průměrná hodnota z posledních 4 měření, přičemž první nepočítané se považuje za proplachovací. Stupnice ukazovacího přístroje je lineárně rozdělena na 100 dílků HSU - Hatridge Smoke Unit. Z údaje stupnice se vypočítá součinitel absorpce k [m^{-1}] podle vztahu:

$$k = -\frac{1}{L} \ln \left(1 - \frac{N}{100} \right), \quad [14]$$

kde: L je účinná dráha světelných paprsků procházejících výfukovými plyny

N je lineární stupeň absorpce světla, údaj z opacimetru

Měření kouřivosti na testované Škodě Octavii



V laboratořích SOU Zábřeh na Moravě byl k dispozici diagnostický tester Bosch FSA 750 s připojeným modulem opacimetru RTM 430 pro měření kouřivosti vznětových motorů. RTM 430 se podle výrobce vyznačuje vysokou přesností právě díky optimálnímu proudění v měřicí komoře. Je osazen magnetickým uchycením vysílače

Obr. č. 47: Opacimetr RTM 430

a přijímače, které umožňují rychlé čištění měřicí komory. Modul měří kouřivost v rozsahu 0 – 100 % s rozlišením 1 %. Koeficient absorpce k je v rozsahu 0 – 10 m⁻¹ s rozlišením 0,01 m⁻¹. Měření je možné do maximální hodnoty teploty na odběrové sondě 250°C, přičemž na vstupu do opacimetru nesmí být teplota vyšší než 200°C. Ke snímání otáček byly použity indukční kleště se snímačem zvlnění napětí na alternátoru. Legislativa určuje pro měření kouřivosti vznětových motorů výše uvedenou metodu volné akcelerační. Ta ovšem nezohledňuje zatížení motoru. Důvodem je vysoká pořizovací cena válcových dynamometrů a fakt, že by jím musela být vybavena každá stanice technické kontroly, kde by chtěli emise vznětových motorů měřit. Pro naše měření je však mnohem zajímavější měřit kouřivost současně s vnější otáčkovou charakteristikou motoru.

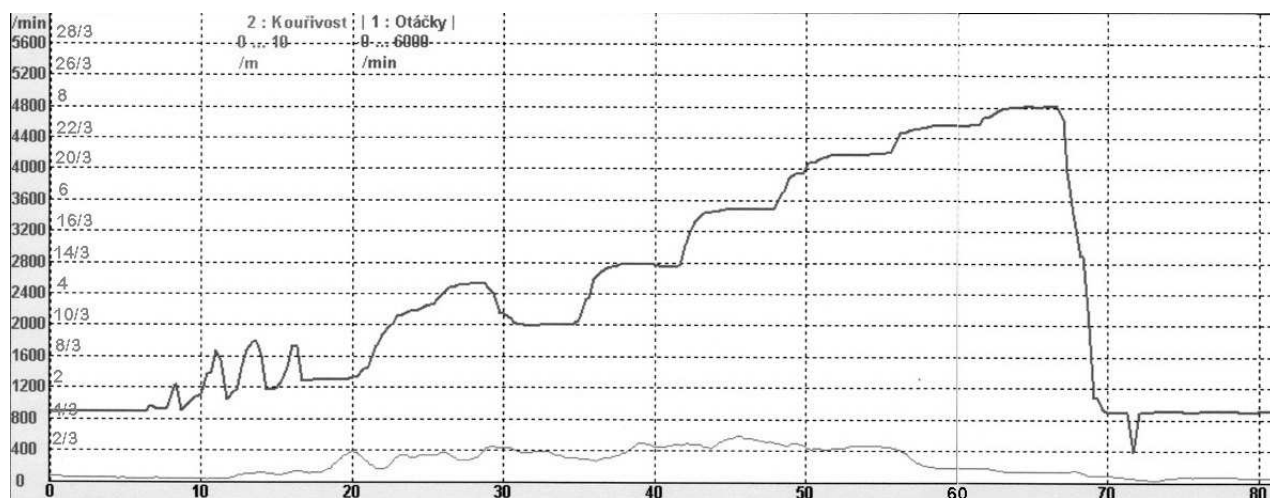
Měření kouřivosti při zátěži se sériovými daty



Obr. č. 48: Testovací vozidlo při měření kouřivosti

První měření proběhlo se sériovou pamětí při standardních podmínkách testování. Do výfukové trubky se zavedla odběrová sonda z opacimetru, který byl připojen na měřicí stanici. Připojil se snímač otáček v podobě indukčních kleští a současně se startem výkonového měření se spustila emisní analýza. Ta se zaznamenávala do grafu, jehož průběh byl viditelný na monitoru, otáčky motoru v min^{-1}

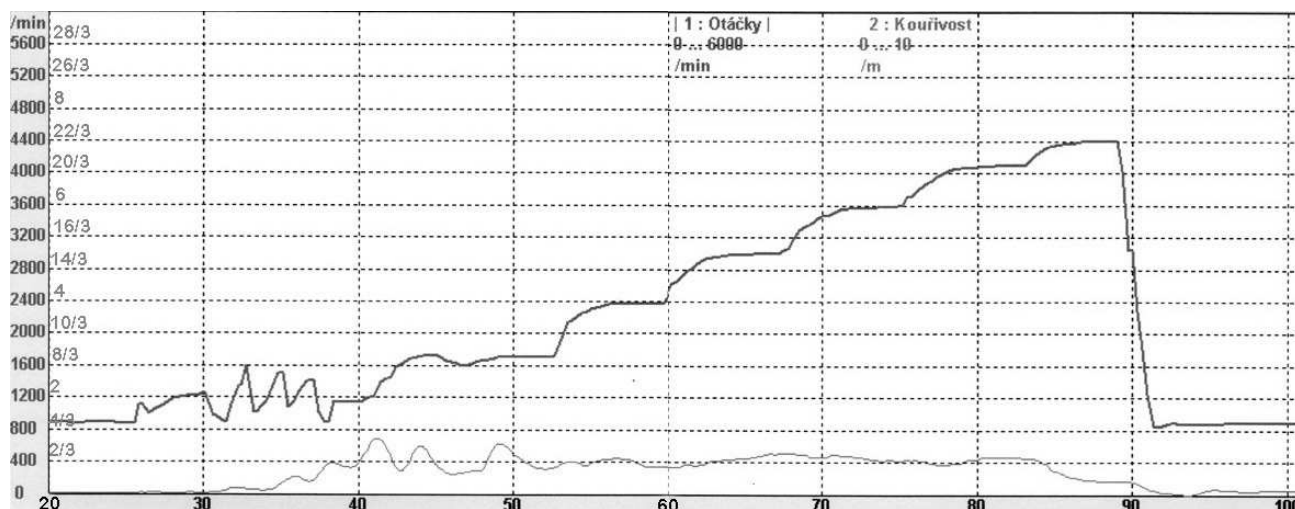
(modrá křivka), v rozsahu od 0 do 6000 a kouřivost motoru v m^{-1} (zelená křivka), v rozsahu od 0 do 10, obě veličiny v závislosti na čase. Bohužel neměla emisní stanice jiný výstup než tištěný průběh v podobě grafu. Nejvyšší kouřivost 1 m^{-1} dosáhl motor ve chvíli, kdy ho přibrzdžovala automatická brzda na úrovni cca 3500 min^{-1} . Z grafu je zřejmé, že kromě tohoto stavu se kouřivost držela v rozmezí od $0,3$ do $0,7 \text{ m}^{-1}$. Průběh každé zkoušky je zaznamenán na dvou obrazovkách (tedy dvou vytištěných stránkách), protože měření bylo delší než 60 sekund, což je rozsah jedné obrazovky.



Obr. č. 49: Průběh otáček motoru a kouřivosti při měření sériové verze

Měření kouřivosti při zátěži s pamětí úpravy č. 1

Pro porovnání vlivu některých upravovaných parametrů byla změřena kouřivost motoru při zatížení, kdy byla řídicí jednotka osazena pamětmi s úpravou č. 1 – změna vstřikované dávky paliva při částečném zatížení. Zkoušená varianta měla data upravená pouze pro částečně sešlápnutý pedál akcelérátoru. Taková fáze se během měření kouřivosti metodou volné akcelerace nevyskytuje, z čehož plyne předpoklad, že provedené měření nevykáže žádné výrazné změny oproti předchozímu měření sériové verze.



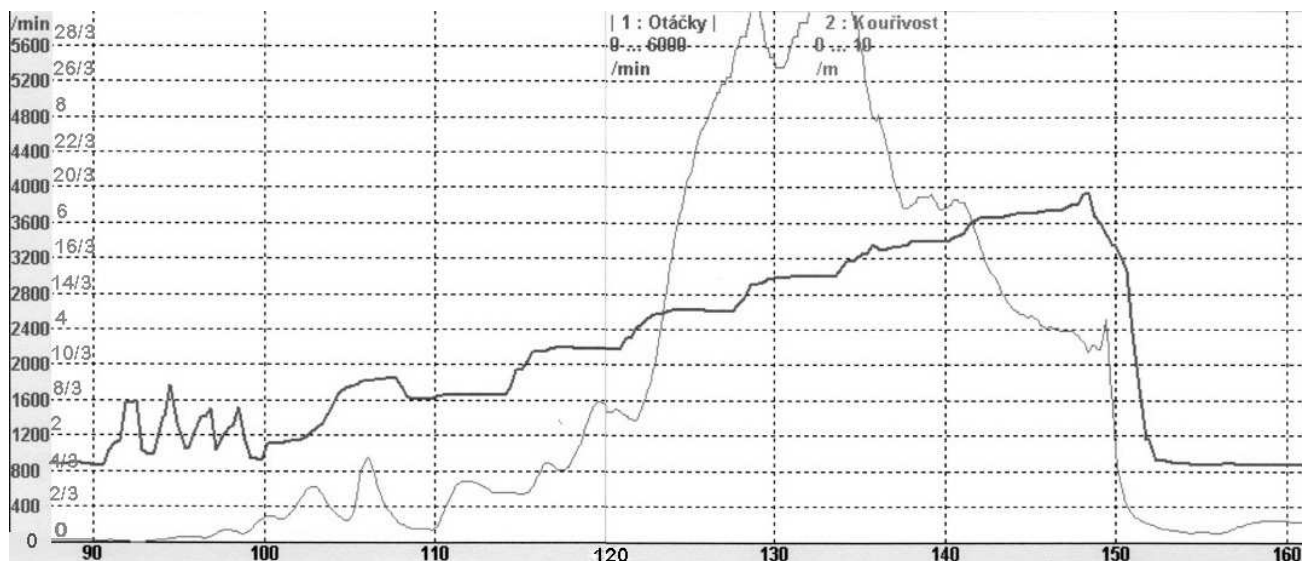
Obr. č. 50: Průběh otáček motoru a kouřivosti při měření úpravy č. 1

Po počátečních výkyvech při přeřazování na pátý rychlostní stupeň před přibrzděním vozidla na válcovém dynamometru došlo k zakolísání, kdy hodnota kouřivosti dosáhla téměř na hranici $4/3 \text{ m}^{-1}$. V prvních měřených otáčkách, tj. cca 1600 min^{-1} , se zvýšila hodnota kouřivosti na hodnotu 1 (m^{-1}). To byla nejvyšší hodnota kouřivosti v celém průběhu měření. Během ostatních režimů se hodnota kouřivosti držela velice obdobně jako v předchozím měření (sériové verze) v rozmezí $0,3 \div 0,7 \text{ m}^{-1}$. V oblasti středních a zvýšených otáček, tzn. $2500 \div 4000$ je průběh kouřivosti dokonce plynulejší než u sériové verze.

Měření kouřivosti při zátěži s pamětí celkové úpravy

Pro měření kouřivosti je stěžejní verze datových polí po celkové úpravě, při které bylo dosaženo nárůstu výkonu o 15,3 % a kroutícího momentu s nárůstem 26,7 % vůči verzi, která se podrobila měření kouřivosti jako první. Kvůli vzniklým problémům na měřicím stanovišti se nepodařilo naměřit kouřivost této datové verze metodou volné akcelerace, jež by byla důležitým článkem při celkovém porovnání. Prokazatelnější a transparentnější je přesto kontinuální měření kouřivosti při zátěži, které naměřeno bylo. To prokázalo po úpravě vysoké

zvýšení kouřivosti. Již na počátku měření po přerazování převodových stupňů stoupla kouřivost na $1,5 \text{ m}^{-1}$. Při ustálení motoru na otáčkách 1600 min^{-1} byla kouřivost téměř na stejné hodnotě jako při měření sériové verze.



Obr. č. 51: Průběh otáček motoru a kouřivosti při měření celkové úpravy

Během brzdění vozidla ve 2200 min^{-1} vystoupala kouřivost z počáteční hodnoty $1,4 \text{ m}^{-1}$ na téměř dvojnásobek. Ve třetím měřeném bodě (2600 min^{-1}) nastal zvrat, kdy prudce stoupla kouřivost za hranici rozsahu nastavení měřidla, která je 10 m^{-1} . Rozsah měřidla není větší, protože se používá pro měření při legislativně dané zkoušce volnou akcelerací, kde vozidla běžně dosahují maximální kouřivosti 3 m^{-1} . Nad hranicí rozsahu měřidla se kouřivost motoru po úpravě držela i při čtvrtém bodě měření na válcovém dynamometru. Při 3400 min^{-1} kouřivost poklesla pod hodnotu $6,6 \text{ m}^{-1}$. Do konce prováděného měření, tedy otáček motoru 4000 min^{-1} , kouřivost postupně klesala k hodnotě 4 m^{-1} . Měření potvrdilo původní tvrzení, že se vzrůstající dávkou paliva stoupají emise výfukových plynů. Z tabulky č. 16, která popisuje zvýšení vstřikované dávky paliva při maximálním zatížení, je patrné, že právě v oblasti maximálních vstřikovaných dávek paliva (procentuální zvýšení proti původním hodnotám v rozmezí $12 \div 16 \%$) došlo k nárůstu kouřivosti za hranici měřeného rozsahu. Tato oblast je zároveň oblastí maximálního nárůstu výkonu motoru. Měřené výsledky dokazují, že při výrazném zvyšování výkonových parametrů motoru, kdy je jednoznačně jedinou cestou zvýšení vstřikovaného množství paliva, dochází zákonitě ke zvyšování emisí výfukových plynů. Podle dosavadních zkušeností s úpravou stejného motoru, při zvýšení výkonu až na 108 kW (což představuje nárůst 33%) upravené vozidlo prošlo legislativně danou zkouškou

měření emisí vznětového motoru - kouřivosti. Naměřena byla jen lehce zvýšená kouřivost $0,6 \text{ m}^{-1}$. Limit kouřivosti daného motoru při zkoušce volnou akcelerací je 1 m^{-1} .

Ověření metody měření kouřivosti volnou akcelerací

Měření kouřivosti vznětových motorů metodou volné akcelerace je závislé na mnoha aspektech. Např. v případě, kdy bylo vozidlo používáno převážně v městském provozu, bývá kouřivost při měření zvýšená většinou nad meze povolené normou. Je to dáno tím, že vozidlo není v provozu ve vysokých otáčkách a saze z výfukových plynů se usazují ve výfukovém potrubí. Je zapotřebí takové vozidlo před měřením projet při vysokých otáčkách a s častým zrychlováním, aby se usazené saze z výfukového potrubí odstranily. Rovněž záleží na době, za kterou se vozidlo dostane z volnoběžných otáček do přeběhových a rychlosti sešlápnutí akcelérátoru vozidla. Na tu byl zaměřen test, který byl proveden v Bosch Cars servisu v Liberci. Na vozidle Škoda Octavia 1,9 TDI 81 kW AHF se měřila klasická zkouška emisí, tak jak probíhá při měření pro STK.

Měření č. 1

Měření proběhlo s okamžitým, co možná nejrychleji sešlápnutým pedálem akcelérátoru. První proplachovací měření bylo shodné s ostatními, což potvrzuje, že vozidlo nemělo výfukový trakt zanesený sazemi. V nastavení měření byla zadána doba měření v přeběhových otáčkách 1 s. Doba vytočení motoru do přeběhových otáček byla u všech čtyřech měření v rozptylu 0,3 s. Doba při okamžitém sešlápnutí pedálu nelze při měření ovlivnit, je dána nastavením motoru a jeho konfigurací.

MĚŘENÉ PARAMETRY		PŘEDEPSANÉ HODNOTY		NAMĚŘENÉ HODNOTY	VOL. AKCELERACE				VÝSLEDEK
		min.	max.						
Teplota oleje	[°C]	Alternativní příprava		#	1.	2.	3.	4.	O.K.
Volnoběžné otáčky	[1/min]	875	950	916	910	910	910	910	O.K.
Maximální otáčky	[1/min]	4800	5200	4970	4980	4960	4960	4960	O.K.
Kouřivost	[1/m]				0.32	0.26	0.29	0.31	
Doba zrychlení	[s]				1.40	1.39	1.42	1.40	
Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku)						[1/m]		1.00	
Hodnota kouřivosti				-dovolená		[1/m]		1.50	
				-naměřená		[1/m]		0.30	O.K.
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření				-dovolené		[1/m]		0.25	
				-naměřené		[1/m]		0.06	O.K.
Použitý opacimetr (výrobce, typ)					BOSCH ESA/RTM 430				V 2.30 CZ
Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru									
Poznámky:		#							

Vozidlo z hlediska měření emisí:

VYHOVUJE

Čís. osvědčení o ME:

EDA12345

Obr. č. 52: Výsledky z měření kouřivosti č. 1 na emisní stanici

Na obrázku č. 52 jsou naměřené výsledky. Výsledná kouřivost ze čtyř po sobě jdoucích měření vyšla $0,3 \text{ m}^{-1}$, což bylo ve stanoveném limitu. Rozpětí hodnot kouřivosti, které nesmí být více než $0,25 \text{ m}^{-1}$, s hodnotou $0,06 \text{ m}^{-1}$, dané normě také vyhovuje.

Měření č. 2

Měření proběhlo za shodného nastavení emisní stanice. Pouze se změnila doba a styl sešlápnutí pedálu akcelérátoru, která může být obsluhující osobou ovlivněna. Naměřené hodnoty jsou na obrázku č. 53.

MĚŘENÉ PARAMETRY		PŘEDEPSANÉ HODNOTY		NAMĚŘENÉ HODNOTY	VOLAKCELERACE				VÝSLEDEK
		min.	max.						
		Alternativní příprava		#	1.	2.	3.	4.	
Teplota oleje	[°C]								O.K.
Volnoběžné otáčky	[1/min]	875	950	912	910	910	910	910	O.K.
Maximální otáčky	[1/min]	4800	5200	4975	4990	4960	4960	4950	O.K.
Kouřivost	[1/m]				0.17	0.14	0.14	0.14	
Doba zrychlení	[s]				3.17	3.71	4.78	3.45	
Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku)					[1/m]			1.00	
Hodnota kouřivosti				-dovolená	[1/m]			1.50	
				-naměřená	[1/m]			0.15	O.K.
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření				-dovolené	[1/m]			0.25	
				-naměřené	[1/m]			0.03	O.K.
Použitý opacimetr (výrobce, typ)		BOSCH ESA/RTM 430							V 2.30 CZ
Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru									
Poznámky:		#							

Vozidlo z hlediska měření emisí:	VYHOVUJE	Čís. osvědčení o ME:	EDA12345
----------------------------------	-----------------	----------------------	----------

Obr. č. 53: Výsledky z měření kouřivosti č. 2 na emisní stanici

Motor vykázal 50% kouřivost oproti prvnímu měření. Bylo naměřeno $0,15 \text{ m}^{-1}$. Rozptyl naměřených hodnot byl také poloviční. Doba vytočení motoru se lišila až o 1,61 s. Automobil zkouškou emisí prošel jako vyhovující.

Měření č. 3

Poslední měření bylo provedeno se změnou nastavení doby udržení motoru v přeběhových otáčkách z 1 na 5 s, opět s okamžitým sešlápnutím pedálu akcelérátoru. Prodloužením doby měření v přeběhových otáčkách se zvyšuje možnost naměřit zvýšenou kouřivost. Během zkoušky se vždy měří nejvyšší hodnota. Jednotlivá měření od sebe mají

daný rozestup min.15 vteřin. Ten je nastaven, aby bylo možné prokázat případný únik paliva

MĚŘENÉ PARAMETRY		PŘEDEPSANÉ HODNOTY		NAMĚŘENÉ HODNOTY	VOL. AKCELERACE				VÝSLEDEK
		min.	max.						
Teplota oleje	[°C]	Alternativní příprava		#	1.	2.	3.	4.	O.K.
Volnoběžné otáčky	[1/min]	875	950	914	910	910	910	910	O.K.
Maximální otáčky	[1/min]	4800	5200	4978	4960	4970	4970	4950	O.K.
Kouřivost	[1/m]				0.36	0.33	0.27	0.26	
Doba zrychlení	[s]				1.42	1.40	1.41	1.39	
Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku)						[1/m]		1.00	
Hodnota kouřivosti				-dovolená		[1/m]		1.50	
				-naměřená		[1/m]		0.31	O.K.
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření				-dovolené		[1/m]		0.25	
				-naměřené		[1/m]		0.10	O.K.
Použitý opacimetr (výrobce, typ)		BOSCH ESA/RTM 430							V 2.30 CZ
Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru									
Poznámky:		#							

Vozidlo z hlediska měření emisí:

VYHOVUJE

Čís. osvědčení o ME:

EDA12345

na trysce vstřikovače. Výsledky jsou na obrázku č. 53.

Obr. č. 54: Výsledky z měření kouřivosti č. 3 na emisní stanici

Naměřené hodnoty jsou téměř shodné s prvním měřením. Prodloužená doba v přechodových otáčkách prokázala minimální zvýšení kouřivosti o 0,01 m⁻¹. Zvýšil se rozptyl jednotlivých hodnot kouřivostí na 0,1 m⁻¹.

Výsledky všech třech měření jsou porovnány v tabulce č. 19.

	měření č. 1	měření č. 2	měření č. 3
Výsledná kouřivost [m]	0,30	0,15	0,31
Rozpětí hodnot kouřivosti [m]	0,06	0,06	0,10
Průměrná doba přeběhu [s]	1,40	3,78	1,40
Procentuální podíl v povolené hodnoty kouřivosti [%]	20,00	10,00	20,70

Tab. č. 19: Srovnání naměřených výsledků při měření kouřivosti metodou volné akcelerace

Závěr

V práci je popsán motor typu AHF 1.9 TDI 81 kW, který byl použit v testovaném automobilu Škoda Octavia první generace. Je analyzováno jeho elektronické řízení, v obvodu zapojená čidla, spínače a akční členy, které se podílí zpětnou vazbou na regulaci běhu motoru. Dále jsou uvedeny prokázané závady ve spalovacích prostorech po neodborných úpravách motorů metodami celoplošně navýšené dávky paliva apod.

V experimentální části je nejprve zkontrolován stav vozidla, aby prováděné změny nebyly zkresleny nějakou mechanickou či jinou závadou. Vozidlo bylo podrobeno diagnostice, která zprvu neprokázala závady žádné, nicméně se při prvním měření sériového nastavení řídicí jednotky závada prokázala. Byl naměřen výkon pouhých 47 kW oproti výrobcem udávaných 81 kW. Po výměně snímače množství nasávaného vzduchu byly naměřené výsledky téměř dokonalé. Maximální výkon dosáhl na hodnotu 80,67 kW, tedy téměř přesně na hodnotu udávanou výrobcem a kroutící moment 250,16 Nm byl dokonce o 6 % nad údaji výrobce. Jedna kapitola je věnována programu ECM 2001, ve kterém byly změny provedeny.

Dále se přistupuje k základním úpravám, kterých je pro zvýšení výkonových parametrů motoru popsáno a změřeno pět: změna dat omezovače kroutícího momentu motoru, změna tlaku turbodmychadla, změna rychlosti reakce při sešlápnutí akcelérátoru, změna maximální dávky paliva a změna vstřikování paliva při částečném zatížení. Vliv všech změn na průběh vnější otáčkové charakteristiky byl podroben měření na válcovém dynamometru. Výsledky se vždy porovnávaly s původní naměřenou charakteristikou, eventuálně pak s charakteristikou udávanou výrobcem.

Následovalo měření poslední celkové úpravy, které obsahovalo původních pět úprav dohromady. Tato úprava byla považována za finální a optimální pro zlepšení průběhu kroutícího momentu a výkonu motoru. V obou oblastech bylo dosaženo velmi dobrých výsledků. Motor vykazoval po úpravě hodnotu maximálního výkonu 93,04 kW již při otáčkách 3215 min^{-1} a maximální hodnotu kroutícího momentu 316,86 Nm při otáčkách 2168 min^{-1} . Tyto výsledky reprezentují 15,3% a 26% nárůst oproti původnímu naměřenému nastavení (výsledky viz. tabulka. č. 20).

	max. výkon při ot. [kW/min ⁻¹]	max. krouticí moment při ot [Nm/min ⁻¹]
údaje výrobce	81,00 / 4150	235 / 1900
měření sériového nastavení	80,67 / 4024	250,16 / 2213
měření po celkové úpravě	93,04 / 3215	316,86 / 2168

Tab. č. 20: Tabulka dosažených výsledků zvýšení výkonových parametrů

Měření se neobešlo bez potíží a jedním z hlavních důvodů, který vedl k odchylkám a v případě posledního měření dokonce k odstavení motoru řídicí jednotkou byla teplota chladícího vzduchu na pracovišti. Bylo sice použito externího ventilátoru, ale ten nedokázal zásobit motor dostatkem chladného vzduchu, který by byl při testování za provozu při rychlosti 170 km/h, dosažené na zkušebním stanovišti, mnohem vyšší. Tento problém však doprovází obdobná měření zcela běžně a jen ty nejlepší laboratoře jsem schopny zajistit dostatek vzduchu několika výkonnějšími ventilátory. Teplota motoru byla tedy důvodem nastavení 6 bodů měření při každé charakteristice. Pro přesnější průběh by bylo vhodnější nastavit bodů více, ale v daných podmínkách by neúměrně stoupala teplota motoru a nasávaného vzduchu a tím by došlo k ještě výraznějším zkreslením.

Pro měření emisí výfukových plynů na STK je dána zkouška metodou volné akcelerace. Ta je ovšem měřena bez zátěže, což nemůže vystihnout reálný provoz automobilu. Proto bylo při měření kouřivosti testovaného vznětového motoru použito kontinuálního měření při zátěži, které jasně prokázalo nárůst kouřivosti po celkové úpravě. Nárůst přesně kopíruje provedené změny v maximální dávce paliva. Měření kouřivosti samotné úpravy dávky paliva při částečném zatížení neprokázalo žádný vliv. Tato skutečnost je dána metodou měření, která byla aplikována při maximálním zatížení. To potvrzuje myšlenku, že při podrobném zkoumání by bylo třeba nastavit několik testovacích režimů, které by pokryly veškeré reálné provozní režimy. Provedená měření jasně dokázala, že není možné udržet či dokonce snížit emise výfukových plynů při spalení většího množství paliva, potřebného k nárůstu výkonových parametrů, což je úpravci mnohdy reklamováno. V závěru je provedeno měření, které zkoumá činitele ovlivňující standardní měření kouřivosti metodou volné akcelerace. Byl prokázán dvojnásobný rozdíl mezi měřením s pozvolnějším sešlápnutím akcelérátoru (kouřivost 0,15 m⁻¹) a sešlápnutím s maximální intenzitou (kouřivost 0,3 m⁻¹).

Hlavním přínosem této práce je popis problematiky, které doposud nebyla věnována velká pozornost ze strany odborníků, kteří by svým vědeckým pohledem pomohli vysvětlit mnohá úskalí a polopravdy, jež jsou doprovodným jevem mýtu zvaného chiptuning. Práce

podává ucelené nezaujaté shrnutí informací o podstatě softwarových úprav v datových polích, včetně ověření změn na válcovém dynamometru a posouzení vlivu na jednu z nejdůležitějších součástí vývoje automobilových motorů – emise výfukových plynů.

S přihlédnutím k situaci na trhu s chiptuningem lze vyvodit jedno v zásadě prosté řešení, kterým by se docílilo nejen spokojenosti většiny zákazníků, ale i kontroly výrobců vozidel nad většinou svých produktů, u kterých po neodborných úpravách zaznamenávají majitelé spíše než avizované zvýšení výkonu a kroutícího momentu zbytečně velkou spotřebu paliva a hustý kouř z výfukového potrubí. Každý automobilový výrobce by měl dát ve svých autorizovaných prodejnách a servisech možnost výběru z několika nastavení řídicích jednotek, aby lépe vyhověli různorodým požadavkům svých zákazníků. Někteří preferují klidnou jízdu s maximálním ohledem na spotřebu paliva, jiní zase touží po vysoké akceleraci a maximální rychlosti. Pokud by tyto změny byly stanoveny v rozumném rozmezí, které by nevyžadovalo úpravy a výměny některých mechanických komponent, zamezilo by se nesmyslným praktikám, které jsou dnes bohužel běžné. Patří mezi ně například nesmyslné odpojení EGR ventilu místo jeho výměny nebo vyčištění, za předpokladu zvýšení maximálního výkonu.

Dále je vhodné zmínit odporové mezičlánky, které zkreslují signál vedoucí do řídicí jednotky a tím uměle zvyšují vstřikované množství paliva, apod. Pravděpodobně lze konstatovat, že sotva některá firma zabývající se softwarovými úpravami motorů má takové zkušenosti a zázemí jako vývojová centra automobilových výrobců. Ta jsou schopna úpravy nejen navrhnout, ale i otestovat v plně vybavených laboratořích i na testovacích okruzích.

Seznam použité literatury

- [1]. *Automobilová elektronika 3., Systémy řízení motoru a převodů*, František Vlk, Brno: Vlk, 2006.
- [2]. *Elektronické systémy motorových vozidel 1, 2*, František Vlk, Brno: Vlk, 2002.
- [3]. *Zkoušení a diagnostika motorových vozidel*, František Vlk, Brno: Vlk, 2005.
- [4]. *Diesel-engine management: [systems and components]*, Robert Bosch GmbH 4th edition, Robert Bosch: Wiley, 2005.
- [5]. *Handbook of automotive power electronics and motor drivers*, edited by Ali Emadi, Boca Raton: Taylor & Francis, 2005.
- [6]. *Understanding automotive electronics*, Ribbens, 6th edition.
- [7]. *Auto Expert*, článek Jak na Chiptuning 1, 2, Praha: Autopress, 2007.
- [8]. *Dílenské učební pomůcky Škoda Auto16, 22*, Škoda Auto a. s., Mladá Boleslav: 1999.
- [9]. *MM racing chiptuning* [online]. Dostupné z <http://www.mmracing.sk/>.
- [10] *Cimbu autosport* [online]. Dostupné z <http://www.cimbu.cz/>.
- [11] *Sportmotor* [online]. Dostupné z <http://www.sportmotor.cz/>.
- [12] *OpenEcu* [online] Dostupné z <http://www.openecu.org/>.
- [13] *OBD-2 a V.A.G. automobilová diagnostika* [online]. Dostupné z <http://obd.ec.cz/>.
- [14] *Přednáška z technické diagnostiky CZU*, ing. Petr Pexa PhD. [online]. Dostupné z http://tf.czu.cz/~PEXA/Predmety/TD/Prednasky/7p_Techdiag.ppt.

Seznam příloh

Příloha č. 1

1. strana - Funkční schéma řízení systému přímého vstřikování motoru 1.9 TDI 81 kW
2. strana – Součásti funkčního schématu

Příloha č. 2

1. strana – Nastavené konstanty válcového dynamometru
2. strana – Výsledky měření sériového nastavení s vadným snímačem množství protékající vzduchu
3. strana - Výsledky měření sériového nastavení s dobrým snímačem množství protékající vzduchu

Příloha č. 3

1. strana – Výsledky měření úpravy č. 5 – změna omezovače kroutícího momentu motoru
2. strana – Výsledky měření úpravy č. 4 – změna tlaku turbodmychadla
3. strana – Výsledky měření úpravy č. 3 - změna rychlosti reakce při sešlápnutí akcelérátoru
4. strana – Výsledky měření úpravy č. 2 – změna maximální dávky paliva
5. strana – Výsledky měření úpravy č. 1 – změna vstřikované dávky při částečném zatížení
6. strana – Výsledky měření celkové úpravy

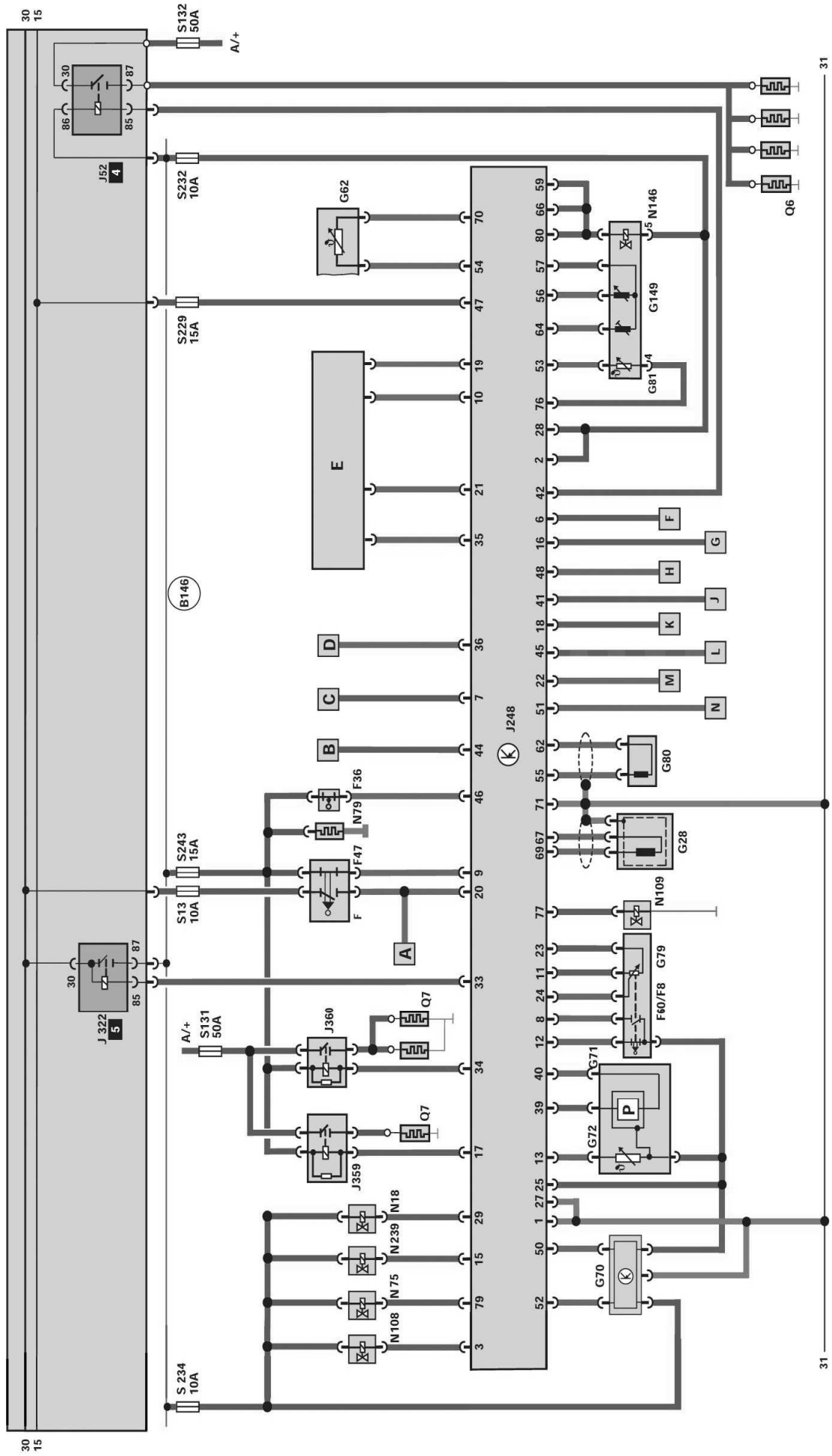
Příloha č. 4

1. strana – Výsledky měření kouřivosti motoru sériového nastavení - 1 část
2. strana – Výsledky měření kouřivosti motoru sériového nastavení - 2 část
3. strana - Výsledky měření kouřivosti motoru úpravy č. 1 – změna vstřikované dávky paliva při částečném zatížení - 1 část
4. strana - Výsledky měření kouřivosti motoru úpravy č. 1 – změna vstřikované dávky paliva při částečném zatížení - 2 část
5. strana - Výsledky měření kouřivosti motoru po celkové úpravě - 1 část
6. strana - Výsledky měření kouřivosti motoru po celkové úpravě - 2 část

Příloha č. 5

1. strana – Výsledky měření kouřivosti metodou volné akcelerace č.1
1. strana – Výsledky měření kouřivosti metodou volné akcelerace č.2
1. strana – Výsledky měření kouřivosti metodou volné akcelerace č.3

Příloha č. 1



Součásti funkčního schématu

A/+	plus akumulátoru
F	spínač pohybu brzdových světel
F8	spínač pohybu pedálu akcelerace
F36	spínač spojkového pedálu
F47	spínač brzdového pedálu
F60	koncový spínač volnoběžných otáček
G28	snímač otáček motoru
G62	čidlo teploty chladící kapaliny
G70	snímač množství nasávaného vzduchu
G71	čidlo tlaku nasávaného vzduchu
G72	snímač teploty nasávaného vzduchu
G79	snímač polohy pedálu akcelerace
G80	snímač zdvihu jehly
G81	snímač teploty paliva
G149	snímač polohy regulačního šoupátka
J52	relé žhavicích svíček (motor)
J248	řídící jednotka
J322	relé řídící jednotky
J359	relé 1 žhavicí svíčky pro vyhřívání chladící kapaliny
J360	relé 2 žhavicích svíček pro vyhřívání chladící kapaliny
N18	elektromagnetický ventil pro zpětné vedení výfukových plynů
N75	elektromagnetický ventil omezování plnicího tlaku vzduchu
N79	ventil odvětrání skříně klikového hřídele
N108	ventil počátku vstříku
N109	uzavírací ventil přívodu paliva
N146	nastavovač množství paliva
N239	přepínací ventil škrtící klapky
Q6	žhavicí svíčky (motor)
Q7	žhavicí svíčky pro vyhřívání chladící kapaliny
S...	pojistky

Další signály

A	brzdová světla
B	signál spínače pohybu pedálu akcelerace
C	poloha pedálu akcelerace
D	signál pro řídící jednotku automatické převodovky J217
E	připraveno pro tempomat
F	signál o otáčkách motoru
G	odpojení kompresoru klimatizace
H	signál od kompresoru klimatizace při zapnutí klimatizace (pro zvýšení otáček volnoběhu)
J	kontrola předžhavování
K	signál o spotřebě paliva
L	vedení pro diagnostiku a imobilizér
M	svorka DF
N	procesor panelu přístrojů
B146	propojení s kladným pólem v kabelovém svazku

■ = vstupní signál, ■ = výstupní signál, ■ = plus akumulátoru, ■ = kostra

Příloha č. 2

TESTING BANK

3. 5. 18. 01

Static Measurement

File : OCTAVIA.062

3. 5. 2007

Time 17:03

Engine : OCTAVIA 1.9 TDI

Comment : Mereni vykonu, seriove provedeni

Stroke volume [cm3] : 1900.0
Total gear ratio (brake/engine speed) : 0.6217

Initial revolutions [r.p.m.] : 1500.0
Final revolutions [r.p.m.] : 4500.0

Requested measurement points : 6
Air temperature at measurement [C] : 24.0
Atmospheric pressure at measur. [kPa] : 98.1
Correction [-] : 1.048

Efficiency (rear wheel/engine) [%] : 83.0
Person name : Cikryt

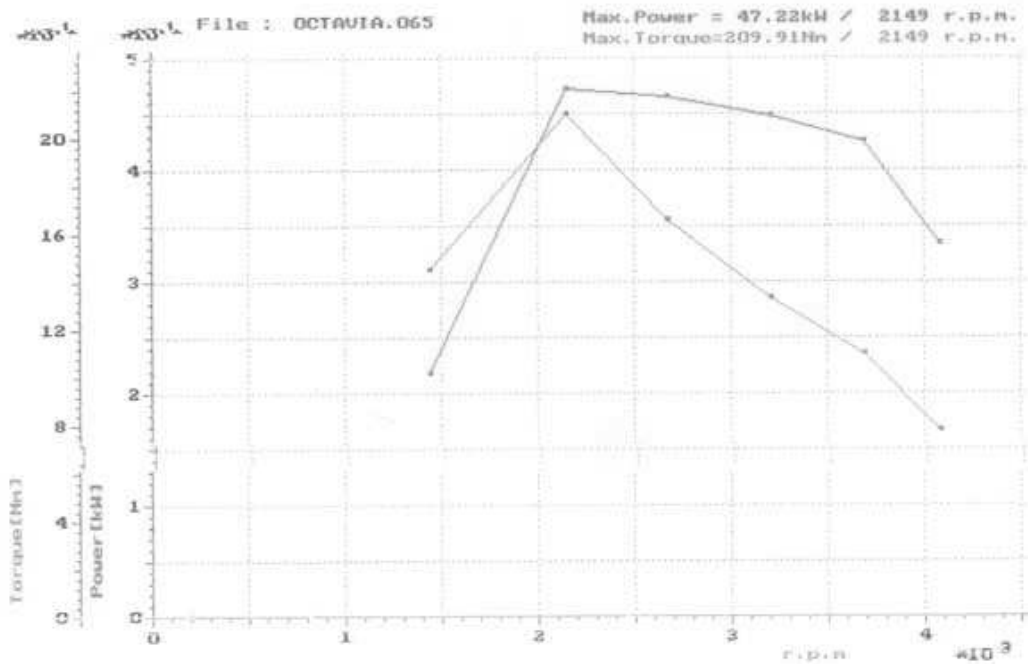
press any key

Static Power Diagram (Corr.) - engine

ISSA ZABREH

File : OCTAVIA.065 3. 5. 2007 Time 17:31
 Engine type : OCTAVIA 1.9 TDI 1900cm3
 Comment : Mereni výkonu, seriové provedení, uadna vaha vzduchu

Total gear ratio (brake/engine speed) : 0.6217
 Air temperature at measurement (°C) : 24.0
 Atmospheric pressure at measur. (kPa) : 99.1
 Correction constant (-) : 1.0478
 Person name : Cikryt



Rev. (r.p.m.)	Power (kW)	Power (hp)	Torque (Nm)
1440	21.92	29.40	145.41
2149	47.22	63.33	209.91
2679	46.59	62.47	166.10
3211	44.89	60.19	133.50
3695	42.61	57.13	110.12
4082	33.48	44.89	78.31

Jarus Brno (c)1998

BRABE TESTER

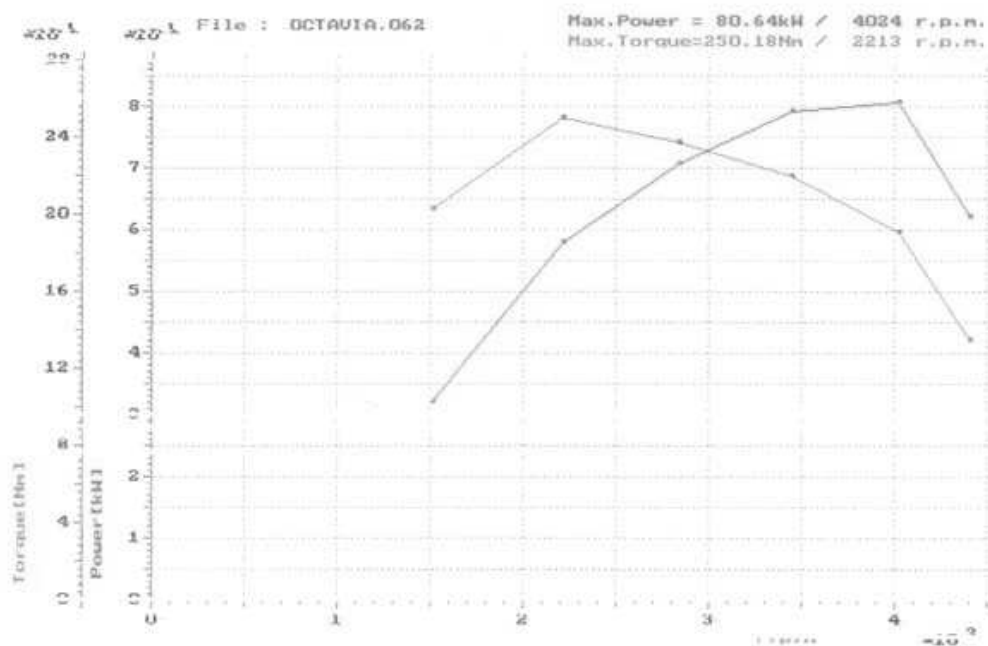
Ver. 4.7.

Static Power Diagram (Corr.) - engine

ISSA ZABREH

File : OCTAVIA.062 3. 3. 2007 Time 17:03
 Engine type : OCTAVIA 1.9 TDI 1900cm3
 Comment : Mereni výkonu, seriové provedení

Total gear ratio (brake/engine speed) : 0.6217
 Air temperature at measurement [°C] : 24.0
 Atmospheric pressure at measur. [kPa] : 98.1
 Correction constant [-] : 1.0478
 Person name : Cikrut



Rev. (r.p.m.)	FUEL [l/h]	FUEL [l]	TORQUE [Nm]
1513	35.18	23.12	103.18
2000	36.00	24.00	150.00
2213	37.00	24.50	250.18
2413	37.20	24.80	230.20
2613	37.40	25.10	210.20
2813	37.60	25.40	190.20
3000	37.80	25.70	170.20
3200	38.00	26.00	150.20
3400	38.20	26.30	130.20
3600	38.40	26.60	110.20
3800	38.60	26.90	90.20
4024	38.80	27.20	70.20
4200	39.00	27.50	50.20
4400	39.20	27.80	30.20
4600	39.40	28.10	10.20

Jaroslav Brno (c) 2006

BRNO TESTER

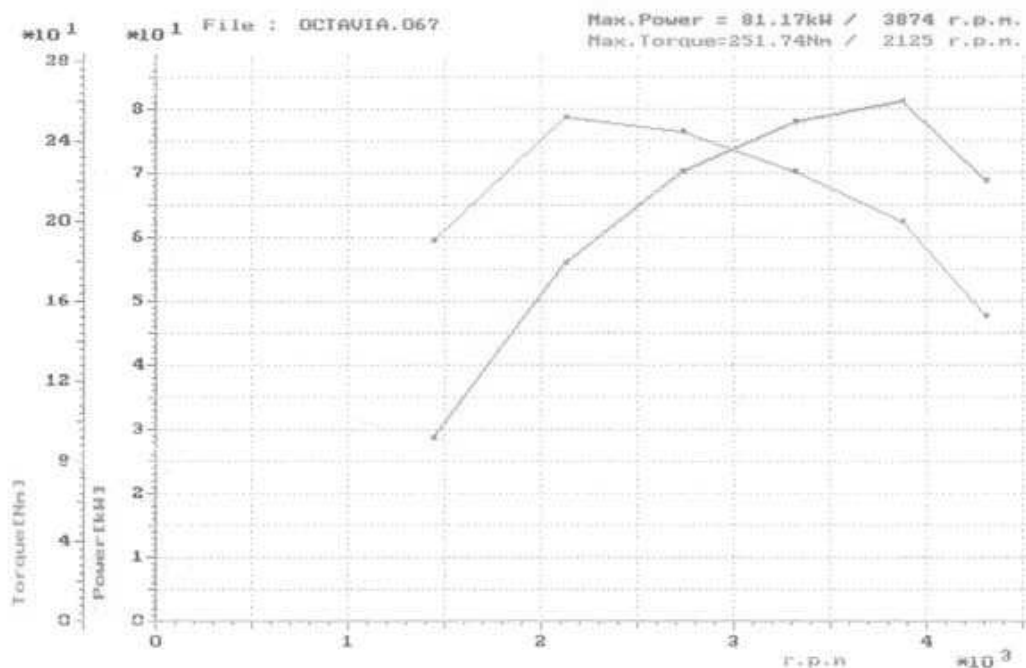
Ver. 4.7.

Příloha č. 3

Static Power Diagram (Corr.) - engine

ISSA ZABŘEH

File : OCTAVIA.067 10. 5.2007 Time 17:46
 Engine type : OCTAVIA 1.9 TDI 1900cm3
 Comment : Mereni výkonu, pemet 0.5
 :
 Total gear ratio (brake/engine speed) : 0.6217
 Air temperature at measurement (°C) : 24.0
 Atmospheric pressure at measur. (kPa) : 98.1
 Correction constant [-] : 1.0478
 Person name : Cikryt



Rev. [r.p.m.]	Power [kW]	Power [k]	Torque [Nm]
1441	28.76	38.57	190.57
2125	56.01	75.12	251.74
2735	70.19	94.13	245.08
3313	77.90	104.46	224.56
3874	81.17	108.85	200.11
4305	68.80	92.26	152.63

Jaros Brno (c)1998

BRAKE TESTER

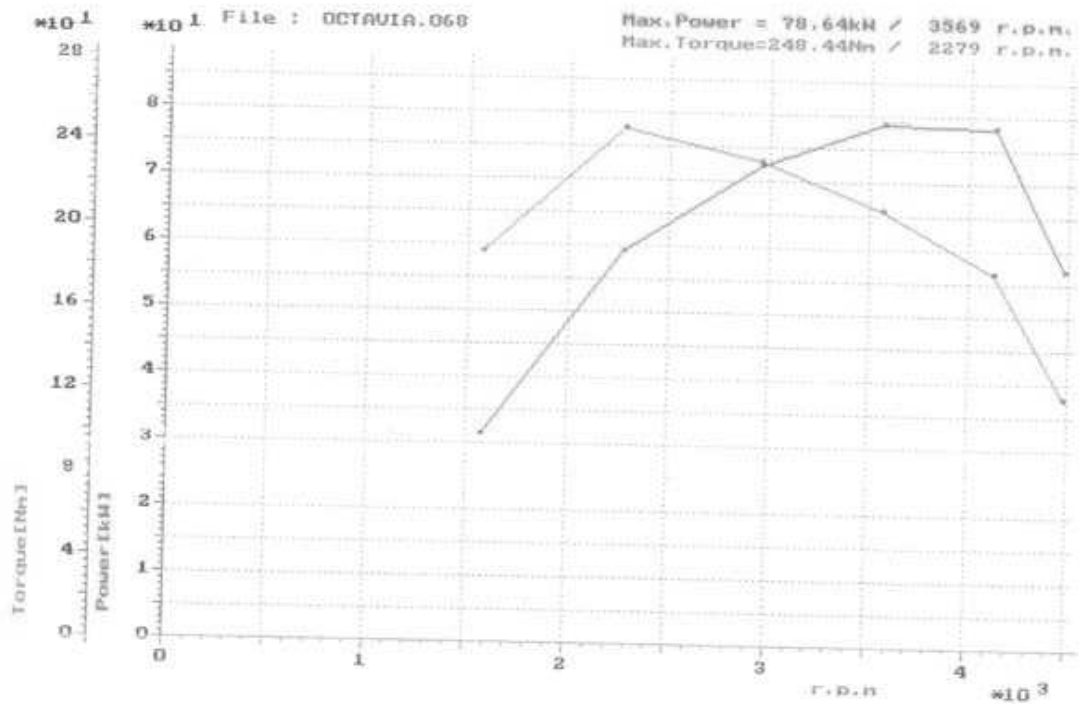
Ver. 4.7.

Static Power Diagram (Corr.) - engine

ISSA ZABREH

File : OCTAVIA.068 10. 5.2007 Time 18:00
 Engine type : OCTAVIA 1.9 TDI 1900cm3
 Comment : Mereni vykonu, pamet c.4

Total gear ratio (brake/engine speed) : 0.6217
 Air temperature at measurement [°C] : 24.0
 Atmospheric pressure at measur. [kPa] : 98.1
 Correction constant [-] : 1.0478
 Person name : Cikryt



Rev. [r.p.m.]	Power [kW]	Power [k]	Torque [Nm]
1575	31.16	41.79	188.98
2279	59.28	79.50	248.44
2956	72.25	96.89	233.42
3569	78.64	105.45	210.41
4125	78.19	104.85	181.02
4485	56.88	76.28	121.14

Jaros Brno (c)1998

BRAKE TESTER

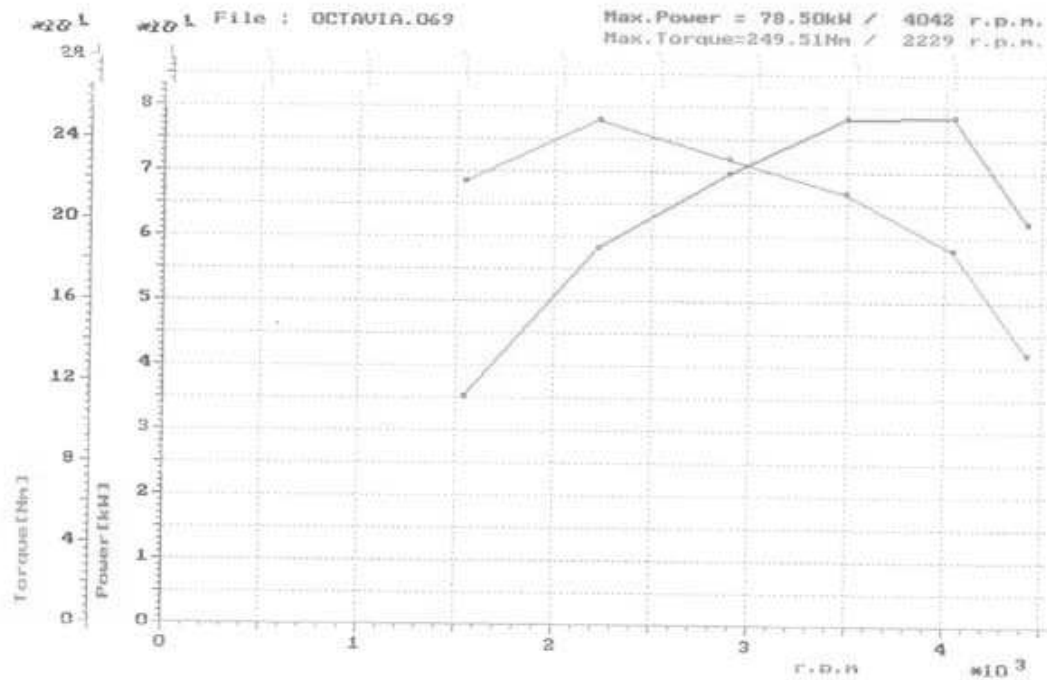
Ver. 4.7.

Static Power Diagram (Corr.) - engine

ISSA ZABREH

File : OCTAVIA.069 10. 5. 2007 Time: 19:14
 Engine type : OCTAVIA 1.9 TDI 1900cm3
 Comment : Mereni uykonu, pamet c.3

Total gear ratio (brake/engine speed) : 0.6217
 Air temperature at measurement [°C] : 24.0
 Atmospheric pressure at measur. [kPa] : 98.1
 Correction constant [-] : 1.0476
 Person name : Cikryt



Rev. [r.p.m.]	Power [kW]	Power [k]	Torque [Nm]
1542	35.34	47.40	218.84
2229	58.24	78.11	249.51
2889	69.77	93.57	230.64
3494	78.14	104.78	213.54
4042	78.50	105.27	185.48
4422	62.33	83.58	134.61

Jaros Brno (c)1998

BRAKE TESTER

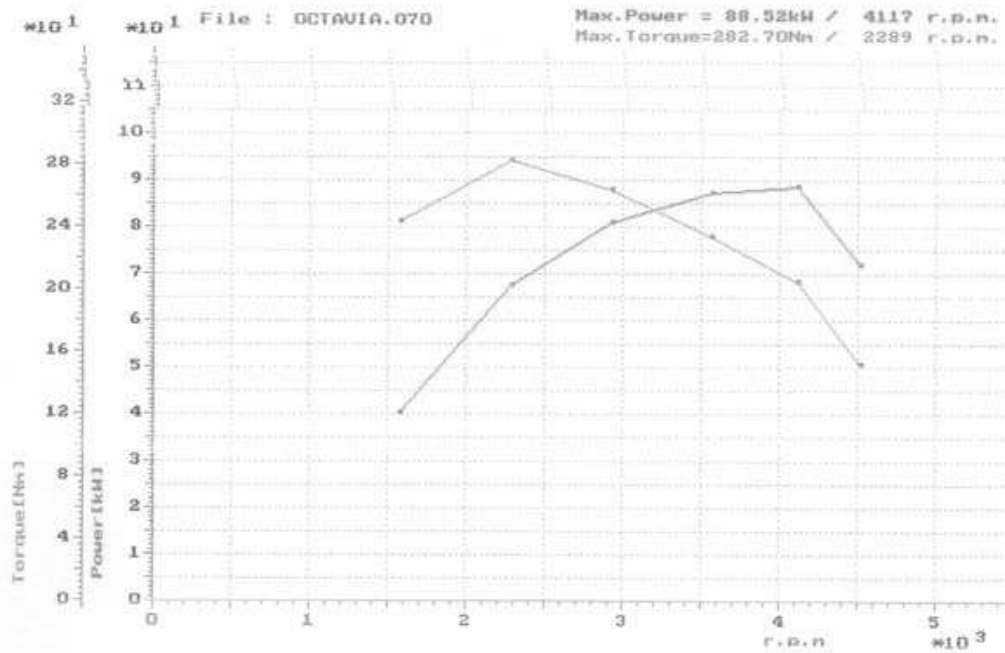
Ver. 4.7.

Static Power Diagram (Corr.) - engine

ISSA ZABREH

File : OCTAVIA.070 10.5.2007 Time 10:27
 Engine type : OCTAVIA 1.9 TDI 1900cm3
 Comment : Mereni vukonu, pamet c.2

Total gear ratio (brake/engine speed) : 0.6217
 Air temperature at measurement [°C] : 24.0
 Atmospheric pressure at measur. [kPa] : 98.1
 Correction constant [-] : 1.0478
 Person name : Cikryt



Rev. [r.p.m.]	Power [kW]	Power [k]	Torque [Nm]
1576	40.31	54.06	244.20
2289	67.77	90.88	282.70
2931	80.96	108.56	263.80
3566	87.45	117.27	234.20
4117	88.52	118.70	205.32
4524	72.00	96.55	152.01

Jaron Brno (c)1998

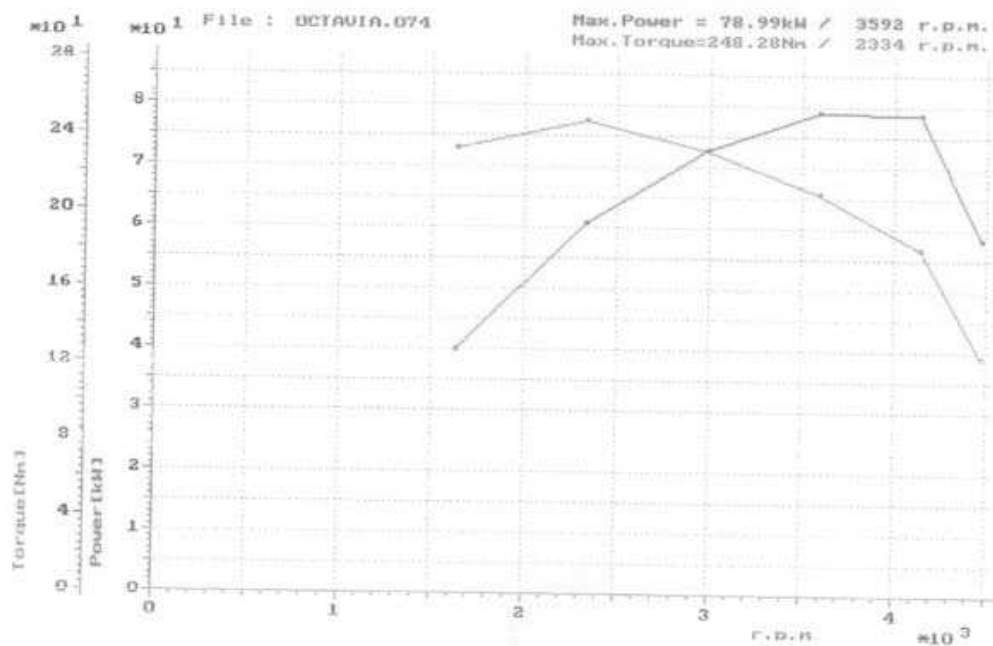
BRAKE TESTER

Ver. 4.7.

Static Power Diagram (Corr.) - engine

ISSA ZABREH

File : OCTAVIA.074 10. 5.2007 Time 19:19
 Engine type : OCTAVIA 1.9 TDI 1900cm³
 Comment : Mereni výkonu, pánet c.1
 Total gear ratio (brake/engine speed) : 0.6217
 Air temperature at measurement [°C] : 21.0
 Atmospheric pressure at measur. [kPa] : 99.1
 Correction constant [1] : 1.0473
 Person name : Cikrut



Rev.	Power	Power	Torque
[r.p.m.]	[kW]	[k]	[Nm]
1534	4.01	53.66	233.90
2334	6.07	81.36	248.28
2984	7.27	97.61	232.92
3592	7.99	105.92	210.03
4140	7.65	105.47	181.44
4478	5.83	78.26	124.45

Jaros Brno (c)1998

BRAKE TESTER

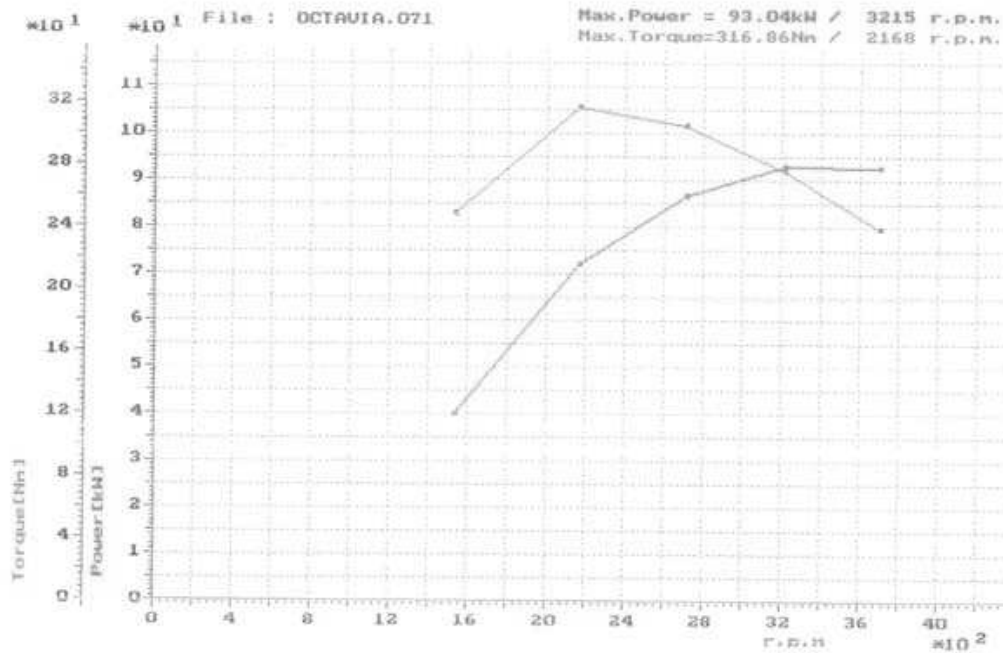
Ver. 4.7.

Static Power Diagram (Corr.) - engine

ISSA ZABREH

File : OCTAVIA.071 10. 5.2007 Time 19:04
 Engine type : OCTAVIA 1.9 TDI 1900cm3
 Comment : Mereni vykonu, pamet c.Ce!

Total gear ratio (brake/engine speed) : 0.6217
 Air temperature at measurement [°C] : 24.0
 Atmospheric pressure at measur. [kPa] : 98.1
 Correction constant [-] : 1.0478
 Person name : Cikrut



Rev. [r.p.m.]	Power [kW]	Power [k]	Torque [Nm]
1538	40.14	53.83	249.18
2168	71.94	96.47	316.86
2715	86.59	116.12	304.54
3215	93.04	124.76	276.39
3704	92.81	124.45	239.31

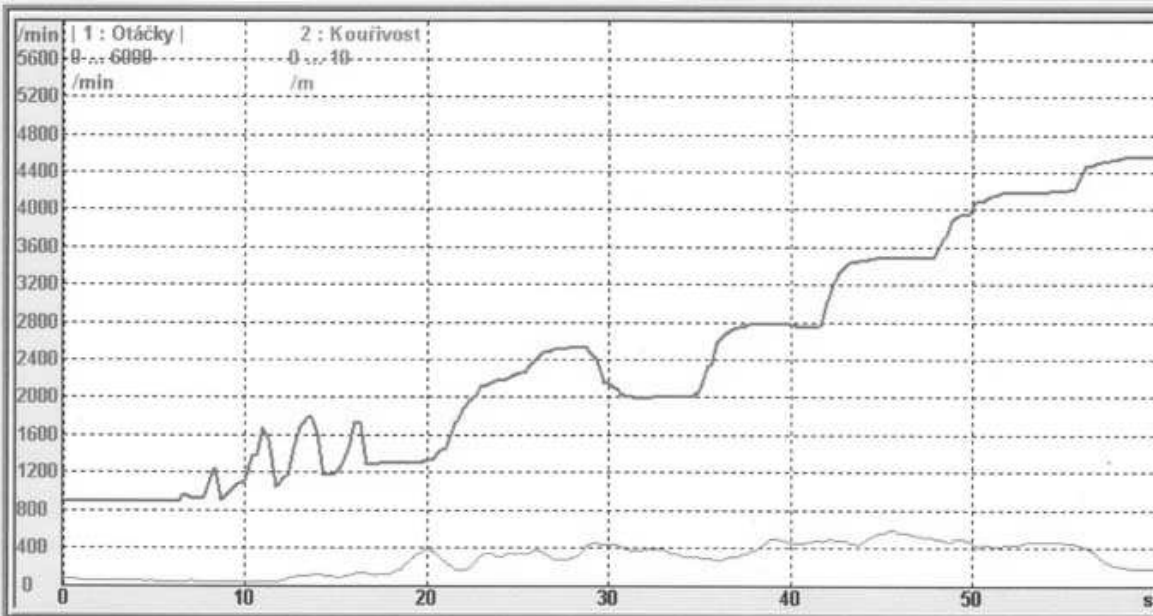
Jaros Brno (c)1998

BRAKE TESTER

Ver. 4.7.

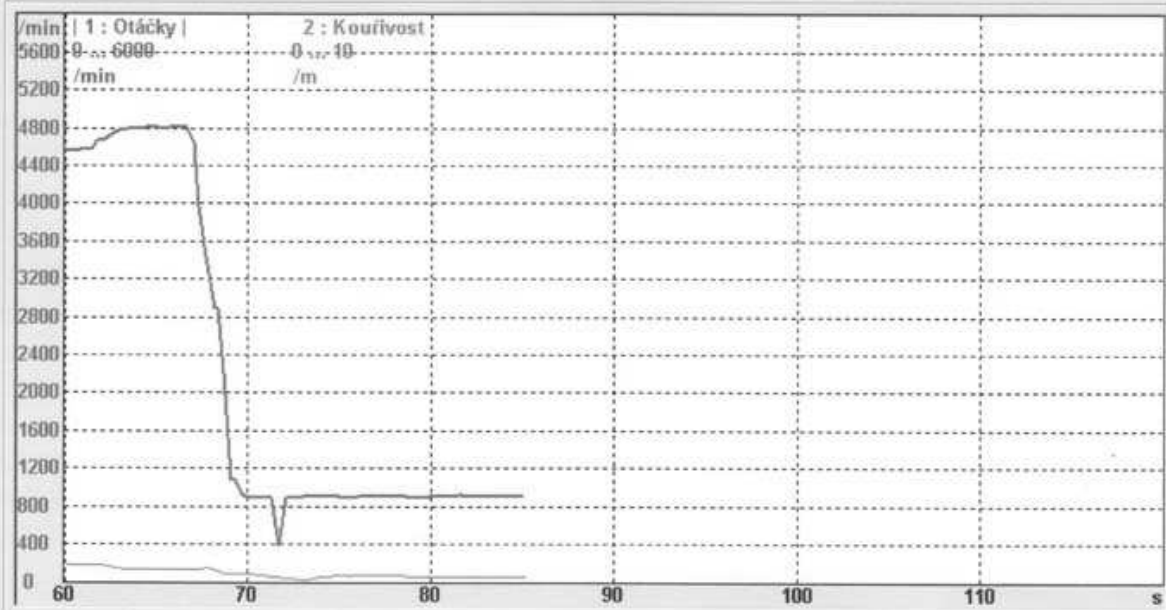
Příloha č. 4

Klávesou >> může být diagnostické měření ukončeno.



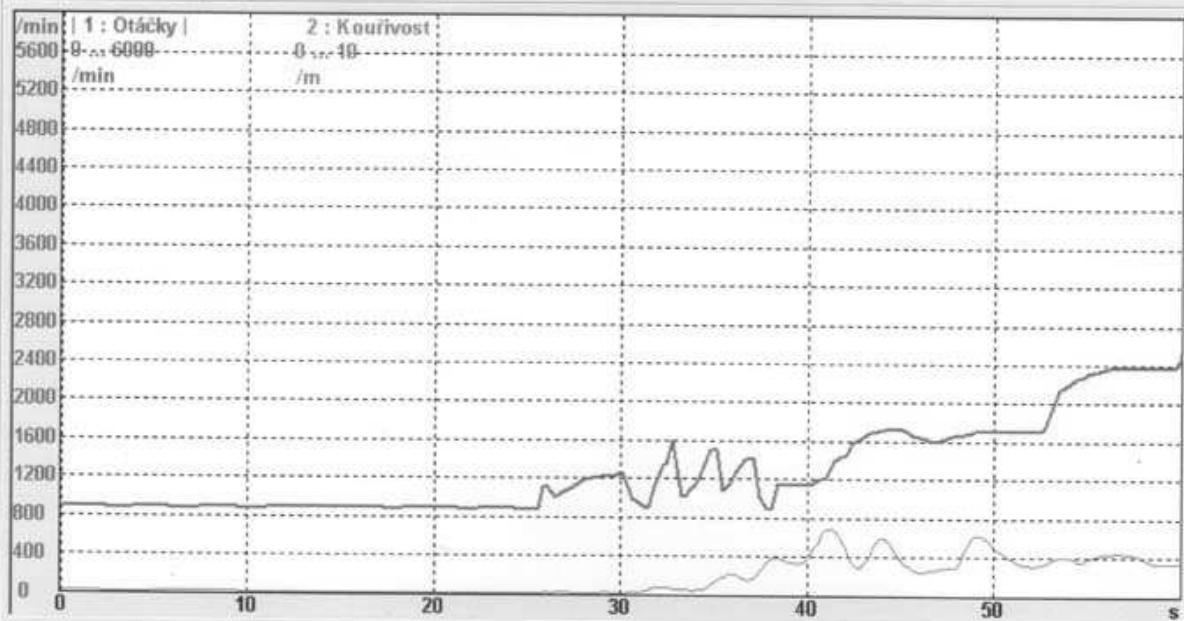
Přerušit	Volba	Počet impulsů	Start	Vlevo	Vpravo	Sloupce	Nápověda	Zpět	Dále
ESC ↑↑	F1 ?	F3 	F4 	F5 ←	F6 →	F7 	F8 ?	F11 ⏪	F12 ⏩

Klávesou >> může být diagnostické měření ukončeno.



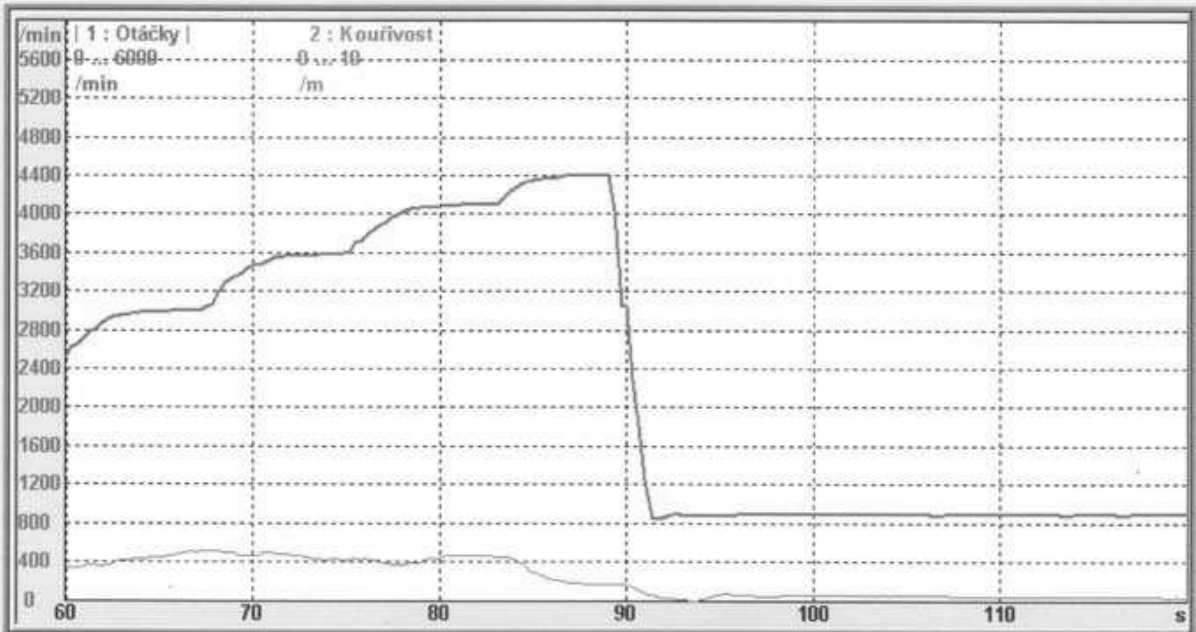
Přerušit	Výběh	Počet impulsů	Start	Mezi	Upravo	Sloupce	Nápořád	Zpět	Dále
ESC	F1 ?	F3	F4	F5 ←	F6 →	F7	F8 ?	F11	F12

Klávesou >> může být diagnostické měření ukončeno.



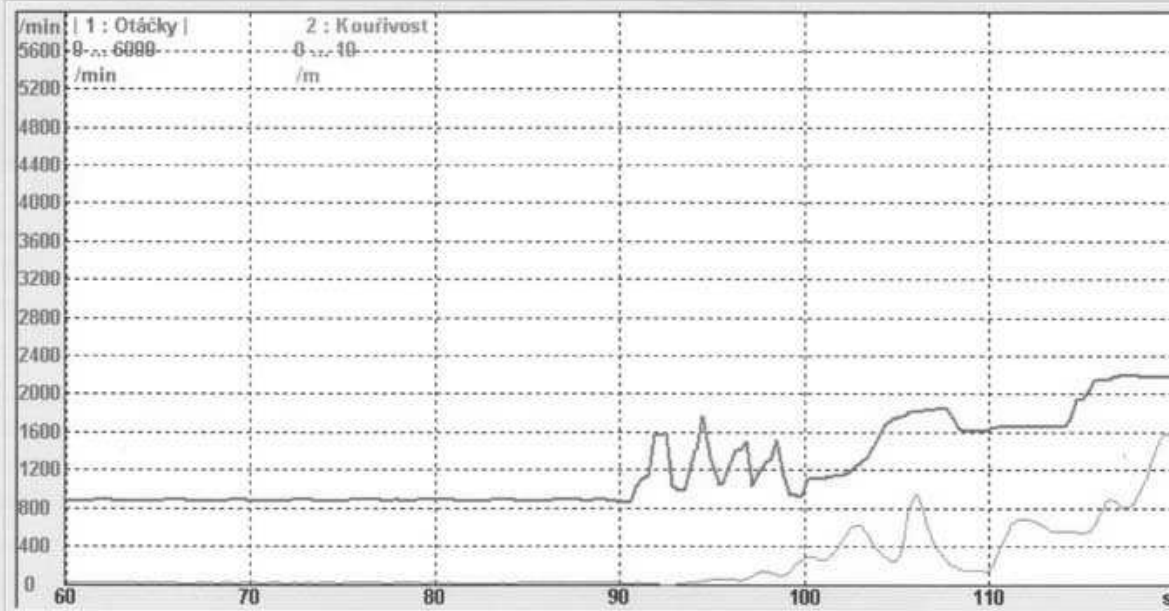
Přeruší ESC ⏮	Volba F1 ?		Start F4 ◇	Mezi F5 ←	Upravo F6 →	Sloupce F7 ▬	Nápořádá F8 ?	Zpět F11 ⏮	Dále F12 ⏭
---------------------	------------------	--	------------------	-----------------	-------------------	--------------------	---------------------	------------------	------------------

Klávesou >> může být diagnostické měření ukončeno.



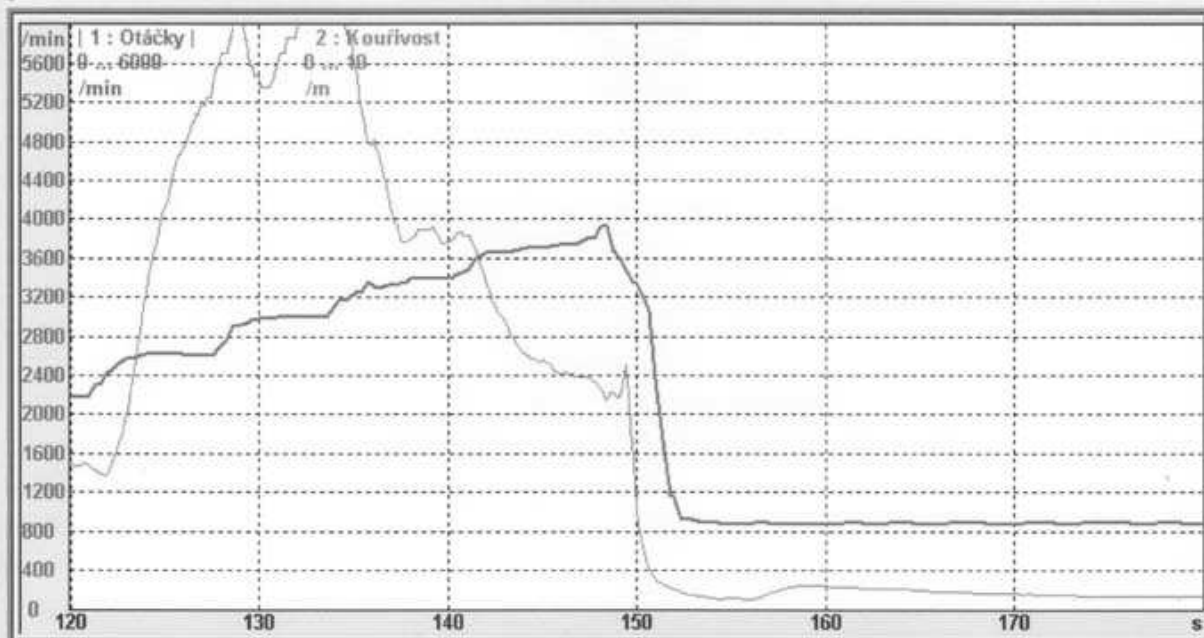
Přerušit	Volba		Start	Levo	Vpravo	Sloupce	Nápověda	Zpět	Dále
ESC	F1	F2	F4	F5	F6	F7	F8	F11	F12
⏏	⏏ ?		⬠	←	→	▒	?	⏪	⏩

Klávesou >> může být diagnostické měření ukončeno.



Přerušit	Volba		Start	Vlevo	Vpravo	Sloupce	Nápověda	Zpět	Dále
ESC	F1	F2	F4	F5	F6	F7	F8	F11	F12

Klávesou >> může být diagnostické měření ukončeno.



Přerušit	Volba		Start	Levo	Pravo	Sloupce	Nápověda	Zpět	Dále
ESC ⏮	F1 ⏮ ?		F4 ⬠	F5 ⏮	F6 ⏭	F7 ▬▬▬	F8 ?	F11 ⏮	F12 ⏭

Příloha č. 5



Vladimír Vaska
Žitavská 50
460 11 LIBEREC



SME č.:
45.05.05

Tel.: 048/5109469

Fax.: 048/5109469

Protokol č.:
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla:	Skoda	Druh vozidla:	osobní automobil
Typ vozidla:	Octavia	Kategorie vozidla:	M1
Typ motoru:	AHF	Registrační značka:	1L40094
Výr.č.motoru:	123456789	Rok výroby (1.registrace):	1998
Stav poč. ujeté vzdálenosti:	170653 km	Druh paliva:	Nafta
Typ emisního systému:	řízený	Identif.č. vozidla:	TMBZZZ1U4X22153272
Provozovatel vozidla (jméno, adresa): JOSEF PTACEK PURKYNova 952 46001 LIBEREC			

KONTROLA:

VÝSLEDEK VIZUÁLNÍ KONTROLY:

O.K. #

VÝSLEDEK KONTROLY ZÁVAD ŘÍDICÍ JEDNOTKOU:

O.K. #

VÝSLEDEK KONTROLY TĚSNOSTI PLYNOVÉHO ZAŘÍZENÍ:

MĚŘENÉ PARAMETRY		PŘEDEPSANÉ HODNOTY		NAMĚŘENÉ HODNOTY	VOL. AKCELERACE				VÝSLEDEK
		min.	max.		1.	2.	3.	4.	
Teplota oleje	[°C]	Alternativní příprava		#	1.	2.	3.	4.	O.K.
Volnoběžné otáčky	[1/min]	875	950	916	910	910	910	910	O.K.
Maximální otáčky	[1/min]	4800	5200	4970	4980	4960	4960	4960	O.K.
Kouřivost	[1/m]				0.32	0.26	0.29	0.31	
Doba zrychlení	[s]				1.40	1.39	1.42	1.40	
Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku)						[1/m]		1.00	
Hodnota kouřivosti					-dovolená	[1/m]		1.50	
					-naměřená	[1/m]		0.30	O.K.
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření					-dovolené	[1/m]		0.25	
					-naměřené	[1/m]		0.06	O.K.
Použitý opacimetr (výrobce, typ)					BOSCH ESA/RTM 430				V 2.30 CZ
Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru									
Poznámky:		#							

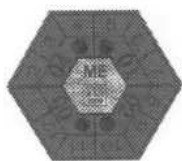
Vozidlo z hlediska měření emisí:	VYHOVUJE	Čís. osvědčení o ME:	EDA12345
Příští měření emisí v termínu do:	18.05.2009	Kontrolní nálepka:	PŘIDĚLENA #
Měření emisí provedl:	Vladimír Vaska	osvědčení ev. číslo:	4001644
Datum a čas provedení měření emisí: 18.05.2007 16:44			

Za správnost:

Razítko

Podpis:

Děkujeme za Vaši návštěvu a těšíme se na další spolupráci.



Vladimír Vaska
Žitavská 50
460 11 LIBEREC



SME č.:
45.05.05

Tel.: 048/5109469

Fax.: 048/5109469

Protokol č.:
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla:	Skoda	Druh vozidla:	osobní automobil
Typ vozidla:	Octavia	Kategorie vozidla:	M1
Typ motoru:	AHF	Registrační značka:	1L40094
Výr.č.motoru:	123456789	Rok výroby (1.registrace):	1998
Stav poč. ujeté vzdálenosti:	170653 km	Druh paliva:	Nafta
Typ emisního systému:	řízený	Identif.č. vozidla:	TMBZZZ1U4X22153272

Provozovatel vozidla (jméno, adresa): JOSEF PTACEK
PURKYNova 952
46001 LIBEREC

KONTROLA:

VÝSLEDEK VIZUÁLNÍ KONTROLY:

O.K. #

VÝSLEDEK KONTROLY ZÁVAD ŘÍDÍCÍ JEDNOTKOU:

O.K. #

VÝSLEDEK KONTROLY TĚSNOSTI PLYNOVÉHO ZAŘÍZENÍ:

—

MĚŘENÉ PARAMETRY		PŘEDEPSANÉ HODNOTY		NAMĚŘENÉ HODNOTY	VOL. AKCELERACE				VÝSLEDEK
		min.	max.		1.	2.	3.	4.	
Teplota oleje	[°C]	Alternativní příprava		#					O.K.
Volnoběžné otáčky	[1/min]	875	950	912	910	910	910	910	O.K.
Maximální otáčky	[1/min]	4800	5200	4975	4990	4960	4960	4950	O.K.
Kouřivost	[1/m]				0.17	0.14	0.14	0.14	
Doba zrychlení	[s]				3.17	3.71	4.78	3.45	
Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku)						[1/m]		1.00	
Hodnota kouřivosti				-dovolená		[1/m]		1.50	
				-naměřená		[1/m]		0.15	O.K.
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření				-dovolené		[1/m]		0.25	
				-naměřené		[1/m]		0.03	O.K.

Použitý opacimetr (výrobce, typ)

BOSCH ESA/RTM 430

V 2.30 CZ

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru

Poznámky:

#

Vozidlo z hlediska měření emisí:	VYHOVUJE	Čís. osvědčení o ME:	EDA12345
Příští měření emisí v termínu do:	18.05.2009	Kontrolní nálepka:	PŘIDĚLENA #
Měření emisí provedl:	Vladimír Vaska	osvědčení ev. číslo:	4001644
Datum a čas provedení měření emisí:	18.05.2007 16:57		

Za správnost:

Razítko

Podpis:

Děkujeme za Vaši návštěvu a těšíme se na další spolupráci.



Vladimír Vaska
Žitavská 50
460 11 LIBEREC



SME č.:
45.05.05

Tel.: 048/5109469

Fax.: 048/5109469

Protokol č.:
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla:	Skoda	Druh vozidla:	osobní automobil
Typ vozidla:	Octavia	Kategorie vozidla:	M1
Typ motoru:	AHF	Registrační značka:	1L40094
Výr. č. motoru:	123456789	Rok výroby (1. registrace):	1998
Stav poč. ujeté vzdálenosti:	170653 km	Druh paliva:	Nafta
Typ emisního systému:	řízený	Identif. č. vozidla:	TMBZZ1U4X22153272

Provozovatel vozidla (jméno, adresa): JOSEF PTACEK
PURKYNŮVA 952
46001 LIBEREC

KONTROLA:

VÝSLEDEK VIZUÁLNÍ KONTROLY:

O.K. #

VÝSLEDEK KONTROLY ZÁVAD ŘÍDICÍ JEDNOTKOU:

O.K. #

VÝSLEDEK KONTROLY TĚSNOSTI PLYNOVÉHO ZAŘÍZENÍ:

MĚŘENÉ PARAMETRY		PŘEDEPSANÉ HODNOTY		NAMĚŘENÉ HODNOTY	VOL. AKCELERACE				VÝSLEDEK
		min.	max.		1.	2.	3.	4.	
Teplota oleje	[°C]	Alternativní příprava		#					O.K.
Volnoběžné otáčky	[1/min]	875	950	914	910	910	910	910	O.K.
Maximální otáčky	[1/min]	4800	5200	4978	4960	4970	4970	4950	O.K.
Kouřivost	[1/m]				0.36	0.33	0.27	0.26	
Doba zrychlení	[s]				1.42	1.40	1.41	1.39	
Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku)						[1/m]		1.00	
Hodnota kouřivosti					-dovolená	[1/m]		1.50	
					-naměřená	[1/m]		0.31	O.K.
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření					-dovolené	[1/m]		0.25	
					-naměřené	[1/m]		0.10	O.K.

Použitý opacimetr (výrobce, typ)

BOSCH ESA/RTM 430

V 2.30 CZ

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru

Poznámky: #

Vozidlo z hlediska měření emisí:	VYHOVUJE	Čís. osvědčení o ME:	EDA12345
Příští měření emisí v termínu do:	18.05.2009	Kontrolní nálepka:	PŘIDĚLENA #
Měření emisí provedl:	Vladimír Vaska	osvědčení ev. číslo:	4001644
Datum a čas provedení měření emisí:	18.05.2007 17:20		

Za správnost:

Razítko

Podpis:

Děkujeme za Vaši návštěvu a těšíme se na další spolupráci.